

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ

PAR

SILVIA DULUGEA

1^{re} THÈSE. — LE MANGANÈSE DANS LE SOL DE LA ROUMANIE.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

SOUTENUES LE 27 JUIN 1914, DEVANT LA COMMISSION D'EXAMEN

MM. WALLERANT	<i>Président.</i>
GABRIEL BERTRAND . . .	} <i>Examineurs.</i>
LESPIEAU	

BUCAREST
IMPRIMERIE PIERRE LAMBRO
6, RUE D-TEUR MARCOVICI, 6
1914

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ

PAR



SILVIA DULUCEA

1^{re} THÈSE. — LE MANGANÈSE DANS LE SOL DE LA ROUMANIE.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

SOUTENUES LE 27 JUIN 1914, DEVANT LA COMMISSION D'EXAMEN

MM. WALLERANT	<i>Président.</i>
GABRIEL BERTRAND . . .	} <i>Examineurs.</i>
LESPIEAU	

BUCAREST
IMPRIMERIE PIERRE LAMBRO

6, RUE D-TEUR MARCOVICI, 6

1914

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

— 1931 —

MM.

Doyen P. APPELL, *Professeur*. Mécanique analytique et Mécanique céleste

Doyen honoraire . . . G. DARBOUX — Géométrie supérieure.

Professeurs honoraires { CH. WOLF.
J. RIBAN.

	LIPPMANN	Physique.
	BOUTY	Physique.
	BOUSSINESQ	Physique mathém. et calcul des probabil.
	PICARD	Analyse supérieure et algèbre supérieure.
	Y. DELAGE	Zoologie, anatomie, physiologie comparée.
	GASTON BONNIER	Botanique.
	DASTRE	Physiologie.
	KOENIGS	Mécanique physique et expérimentale.
	VÉLAIN	Géographie physique.
	GOURSAT	Calcul différentiel et calcul intégral.
	HALLER	Chimie organique.
	JOANNIS	Chimie (Enseignement P. C. N.)
	JANET	Physique.
	WALLERANT	Minéralogie.
	ANDOYER	Astronomie.
	PAINLEVÉ	Mécanique rationnelle.
	HAUG	Géologie.
<i>Professeurs</i>	HOUSSAY	Zoologie.
	H. LE CHATELIER	Chimie.
	GABRIEL BERTRAND	Chimie biologique.
	M ^{me} P. CURIE	Physique générale.
	CAULLERY	Zoologie (Evolution des êtres organisés).
	C. CHABRIÉ	Chimie appliquée.
	G. URBAIN	Chimie.
	ÉMILE BOREL	Théorie des fonctions.
	MARCHIS	Aviation.
	JEAN PERRIN	Chimie physique.
	G. PRUVOT	Zoologie, anatomie, physiologie comparée.
	MATRUCHOT	Botanique.
	ABRAHAM	Physique.
	CARTAN	Calcul différentiel et calcul intégral.
	CL. GUICHARD	Mathématiques générales.
	MOLLIARD	Physiologie végétale.
	N.	Application de l'analyse à la géométrie.
	N.	Histologie.

	PUISEUX	Mécanique et astronomie.
	LEDUC	Physique.
	MICHEL	Minéralogie.
	HÉROUARD	Zoologie.
	LÉON BERTRAND	Géologie.
<i>Professeurs adjoints</i>	RÉMY PERRIER	Zoologie (Enseignement P. C. N.)
	COTTON	Physique.
	LESPIEAU	Chimie.
	GENTIL	Pétrographie.
	SAGNAC	Physique (Enseignement P. C. N.)
	PEREZ	Zoologie (Evolution des êtres organisés.)

Secrétaire D. TOMBECK.

A Monsieur Gabriel Bertrand

Professeur à la Faculté des Sciences

Chef de service à l'Institut Pasteur

Paris

A Monsieur L. Mrazec

Membre de l'Académie de Roumanie

Professeur à l'Université

Directeur de l'Institut géologique.

Bucarest

Hommage de reconnaissance

À mes parents

À mes amis

Le manganèse dans le sol de la Roumanie

INTRODUCTION

I. Les éléments minéraux de la matière vivante.

Les méthodes d'analyse chimique ou physique nous ont révélé jusqu'à l'heure actuelle l'existence de quatre-vingt-quatre corps simples ou du moins de 84 corps momentanément classés comme tels.

Ces éléments sont d'ailleurs très inégalement distribués à la surface du globe terrestre, depuis l'oxygène, l'azote, le silicium etc. qui sont universellement répandus en quantités importantes, jusqu'aux éléments des terres rares, non moins universellement répandus, mais le plus souvent à l'état de traces minimales. Le dernier venu, le nébulium ¹⁾, récemment découvert dans la nébuleuse d'Orion, n'a pas encore été trouvé sur notre planète,

Tous les degrés et modes de répartition paraissent donc au premier abord se trouver pour les éléments dans le monde minéral terrestre.

Les végétaux, qui puisent leurs aliments dans le sol ou l'atmosphère, ne sauraient contenir d'autres éléments

1) H. Bourget, Ch. Fabryet, H. Buisson. Sur le poids atomique du nébulium et la température de la nébuleuse d'Orion. C.R. CLVIII. (1914) 1017—1019.

que ceux-là, pas plus que les animaux qui, en dernière analyse, sont tributaires à cet égard des deux règnes inférieurs, mais ils pourraient ne pas les contenir tous.

Le problème de la constitution chimique des êtres vivants peut se poser de plusieurs façons :

I. D'une manière absolument générale on peut se demander :

1^o Quels sont les éléments minéraux que l'on rencontre chez les êtres vivants.

2^o Quelles en sont les proportions relatives.

3^o Quelles relations il existe entre la composition chimique d'un être vivant et celle du milieu environnant, par exemple entre un végétal et le sol.

II. Parmi les éléments ainsi trouvés :

1^o Quels sont ceux qui paraissent indispensables à l'existence ou au développement des organismes.

2^o Quels sont ceux qui paraissent leur être simplement utiles.

3^o Quels sont ceux enfin qui ne paraissent jouer aucun rôle défini ;

4^o Dans quelles combinaisons plus ou moins organiques ces éléments se trouvent ainsi engagés ;

5^o Quels sont les processus qui président à l'élaboration de ces combinaisons à partir du monde minéral.

6^o Quels sont les agents de ces transformations.

Nous nous élevons ainsi graduellement de l'analyse chimique purement élémentaire, à l'analyse organique et à la physiologie.

Or les rapports entre la constitution chimique des sols et celle des végétaux présentent un intérêt capital au point de vue agronomique et par suite au point de vue économique.

Les études de géographie botanique sur lesquelles nous ne saurions insister ici et dont on trouvera un aperçu dans l'excellent ouvrage de *O. Drude* ont mis hors de doute l'existence de rapports étroits entre la flore et la constitution chimique du sol.

Un exemple typique est le suivant: Dans la forêt d'Orléans dont la flore est franchement silicicole, M. de Saint Venant avait remarqué une colonie de végétaux franchement calcicoles disposée suivant une bande de largeur constante sur une longueur de plusieurs kilomètres. Des fouilles exécutées en divers points ont montré l'existence dans le sol de pierres calcaires provenant d'une ancienne voie romaine dont les végétaux avaient exactement jalonné le tracé. (D'après Drude p. 48).

La connaissance chimique du sol et celle des végétaux devra permettre de modifier le sol pour l'adapter à la culture de certaines espèces végétales ou inversement de déterminer les espèces végétales qui conviennent le mieux à un sol déterminé.

En matière d'agriculture où le rendement est un facteur essentiel la chimie permettra de déterminer la nature des engrais artificiels à introduire dans un champ. Car il ne suffira pas d'introduire dans le sol les éléments défaillants sous une forme quelconque, il y aura lieu de les introduire sous forme assimilable par la plante en tenant compte éventuellement des facteurs météorologiques.

Essayons donc de résumer brièvement les efforts tentés dans la connaissance de la composition chimique des êtres vivants et voyons quels résultats en ont été tirés jusqu'ici.

Des 83 éléments trouvés jusqu'ici sur la terre une trentaine seulement ont été caractérisés dans la nature vivante.

Si l'on met à part le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, dont la présence est constante chez les animaux et les végétaux, tous les autres éléments se retrouvent dans les cendres.

Il est assez difficile de donner de ces éléments une classification qui ne prête par quelque côté à la critique; la classification en éléments indispensables, utiles et accidentels, si elle rend bien compte des observations faites avec certains termes du premier et du troisième groupe, est bien aléatoire en ce qui concerne le second.

Gab. Bertrand a proposé une autre manière de groupement qui ne lève pas entièrement ces objections et à laquelle il n'accorde qu'une valeur relative, mais qui a du moins l'avantage de renfermer dans ses termes une idée de plus que la classification précédente. Il distingue la plupart des éléments en éléments catalytiques, éléments plastiques et éléments accidentels d'après le rôle qu'ils paraissent jouer dans l'organisme. Certains de ces éléments vont pouvoir être, par le fait, à cheval sur les deux premiers groupes, d'autres vont se trouver rangés provisoirement dans une catégorie dont l'avenir nous amènera à les faire sortir à la faveur d'études qui nous auront appris leur rôle jusqu'ici inconnu ou à peine soupçonné. Remarquons d'ailleurs dès maintenant que ces deux classifications vont être sensiblement parallèles.

Les éléments plastiques sont ceux qui interviennent dans la composition de la matière vivante végétale ou animale : squelette, tissus, réserves, protoplasma. Ils comprennent : C, H, O, N, P, S, Cl, Ca, K, Na, Mg, Si auxquels il faudra joindre aussi probablement Al (Berthelot et André).

Leur présence dans les végétaux est constante, sauf peut-être, en ce qui concerne le sodium. Si le sol ne les renferme pas en proportions suffisantes, la plante ne pourra pas se développer complètement. On devra alors avoir recours aux engrais pour introduire dans le sol, sous forme de nitrates, phosphates, sulfates, sels ammoniacaux et potassiques, sels de calcium, etc., tous les éléments manquants.

A côté de ces éléments qui se sont montrés indispensables au règne végétal et du sodium qui ne l'est pas moins aux représentants du règne animal, des recherches plus délicates nous ont révélé l'existence d'un nombre au moins aussi grand de substances que l'analyse n'a pu caractériser qu'à très faibles doses.

Le brome et l'iode ont été trouvés d'abord dans les plantes marines.

Chatin puis *Bourcet* ont étendu la recherche de l'iode aux autres plantes ; ce dernier a reconnu la présence

du métaloïde dans les 235 espèces qu'il a étudiées. Le brome a été trouvé en outre dans la glande thyroïde à côté de l'iode, et *Friedländer* a retiré du murex une substance riche en cet élément.

Le *fluor* a été rencontré dans le lait et le sang par *Wilson*, *Nicklès*, dans l'orge et les pois par *Salm Hortsmar*, dans les dents et les os des animaux par *Heintz*, *Stoklasa*, *S. Gabriel*, *A. Carnot*, dans un grand nombre d'organismes végétaux par *Vælcker*, *Wilson*, . . . et dans la plupart des organes des animaux par *Horsford*, *Tamman* *Carles*, *E. Zdarek*, *A. Gautier* et *P. Claussmann*.

Les recherches de *Leroide*, puis *Tassily*, *Gab. Bertrand* et *A. Gautier* ont décelé l'arsenic dans tous les organismes animaux et végétaux.

Jadin et *Astruc* ont étudié récemment une foule de légumes et fruits; ils ont trouvé partout de l'arsenic.

Le bore a été trouvé dans le règne végétal principalement par *Jay*. Ces recherches ont été généralisées récemment par *Gabriel Bertrand* et *Aguilhon* à toutes les espèces vivantes, animales aussi bien que végétales.

Grandeau, retire du *rubidium* en quantité notable des salins de betteraves et y signale la présence du *calcium*. Puis il retrouve le *rubidium* dans le coca, le thé, le café.

L'argent a été signalé dans quelques plantes par *Malaguti*, *Durocher* et *Sarzeau*.

L'analyse spectrale décèle dans les cendres végétales le *litium*, le *strontium*, le *baryum* (*Bunsen*, *Kirchoff*, *Passerini*), le *vanadium*, le *molybdène*, le *chrome* (*Demarçay*).

Le zinc trouvé dans les plantes marines par *Forshammer*, puis par *Lechartier* et *Bellamy*, dans les plantes terrestres par *Demarçay*, a fait l'objet d'études aussi approfondies que minutieuses de la part de *Javillier*.

Bradley, *Lechartier*, *Bellamy* le signalent également dans le règne animal.

Le cuivre recontré normalement dans le sang des

mollusques et des crustacés a été reconnu aussi dans diverses espèces végétales par *Vauquelin*, *Sarzeau*, *Grandeau*, *Duclaux*, *Galippe*, *Lehmann*, *Passerini*, *Guérithault*,

Le *cobalt* a été trouvé dans la zostère marine.

Le *manganèse* a été rencontré dans le règne végétal ou animal par *Maumené*, *Griffiths*, *Gab. Bertrand*, *Medigreceanu* etc. . . Nous y reviendrons en détail par la suite.

Cette énumération sommaire donne une faible idée des travaux auxquels ont donné lieu les divers éléments rencontrés jusqu'ici chez les êtres vivants.

Naturellement la question s'est posée de savoir si ces éléments jouent un rôle dans le règne animal ou végétal. Les investigations pour la plupart très délicates ont montré que certains de ces éléments jouent un rôle catalytique, intervenant pour faciliter les réactions chimiques dans la cellule, pour favoriser les transformations dans l'organisme; certains interviennent indubitablement dans la constitution des diastases sous une forme qu'il serait prémature de vouloir préciser, et ce rôle constitue l'un des problèmes les plus délicats de la chimie biologique.

Remarquons ici que certains éléments que nous avons rangés parmi les éléments plastiques peuvent jouer également un rôle catalytique en intervenant, l'hydrogène par exemple, comme ion dans la réaction acide du suc gastrique lors de la digestion pepsique; de même, le calcium est un élément à la fois catalytique et plastique; inversement on peut se demander si le fluor n'est pas plutôt un élément plastique intervenant pour donner la dureté au squelette, etc. . .

Ces quelques remarques que l'on pourrait multiplier démontrent la relativité de la classification que nous avons suivie.

On a trouvé de même chez l'homme le *plomb* et le *mercure*; ces éléments paraissent cependant dus à des causes accidentelles; le plomb provenant des conduites d'eau dans les villes, de l'emploi de certaines peintures; d'autre

part, le mercure provenant de la médication dans des cas pathologiques.

Ce sont là semble-t-il des éléments purement accidentels auxquels nous n'avons pas à nous arrêter actuellement.

Avec le perfectionnement des méthodes analytiques nous arriverons probabablement à découvrir et à doser encore d'autres éléments dans les êtres vivants. La liste précédente des corps simples rencontrés chez eux n'est donc que provisoire.

II. Le manganèse dans la nature.

Parmi les éléments catalytiques l'un de ceux qui ont été le mieux étudié est le manganèse ; il est l'un des rares éléments dont nous entrevoyions le rôle et mode d'action grâce, en grande partie, aux travaux de *Gab. Bertrand*.

A. Caractères essentiels des composés chimiques du manganèse.

Le manganèse a été reconnu comme élément distinct du fer dans la seconde moitié du XVIII-e siècle par *Scheele* (1774). C'est *Guyton de Morveau* qui proposa pour le nouveau venu le nom de manganèse qu'il a conservé.

Le caractère chimique fondamental de cet élément très voisin du fer est la façon dont il se comporte vis-à-vis de l'oxygène avec lequel il donne toute une série de combinaisons :

Protoxyde	MnO
Oxyde salin	Mn^3O^4
Sesquioxyde	Mn^2O^3
Bioxyde	MnO^2
Anhydride manganique	MnO^3
Anhydride permanganique	Mn^2O^7
Tetroxyde	MnO^4

susceptibles d'exister soit à l'état anhydre, soit à l'état hydraté.

Du moins oxygéné au plus oxygéné de ces corps on voit graduellement s'effacer le caractère basique nettement accentué dans le protoxyde et s'affirmer un caractère acide extrêmement marqué dans Mn^{207} qui permet aux oxydes supérieurs d'entrer en combinaison avec les autres oxydes métalliques et même avec le protoxyde MnO , d'où une grande variété dans les composés de ce métal et leurs caractères. Remarquons en passant que le sesquioxyde peut déjà être considéré comme un manganite manganeux MnO^2 , MnO .

Tous ces oxydes d'ailleurs peuvent se transformer assez aisément les uns dans les autres, l'oxyde salin est le terme stable par excellence à l'action de la chaleur. C'est celui que l'on obtient quand on chauffe à l'air libre le protoxyde ou quand on calcine le bioxyde.

Par oxydation énergique tous sont transformés en acide permanganique, fait sur lequel repose le dosage colorimétrique du métal et sur lequel nous aurons à revenir plus loin.

De tous les sels dérivés de ces oxydes, les plus stables dans les conditions ordinaires sont les sels manganeux; cependant ils s'hydrolysent au sein de l'eau avec une extrême facilité en libérant l'acide et l'hydrate de protoxyde, lequel s'oxyde facilement au contact de l'air pour donner le sesquioxyde.

Ce sont ces quelques caractères essentiels qui expliquent le rôle important joué par le manganèse dans les oxydases comme nous le verrons plus loin.

B. Le manganèse dans le monde minéral.

Le manganèse est extrêmement répandu dans la nature, le plus souvent accompagné par le fer, soit à l'état d'oxydes anhydres ou hydratés :

Manganosite	MnO
Pyrochroïde	$\text{Mn}(\text{OH})^2$
Polyanite	MnO^2

Pyrolusite	MnO^2
Psilomélane	MnO^2 (Mn, Ba, K^2) O, H^2O
Haussmanite	Mn^2O^3
Acerdèse (manganite)	Mn^3O^3 , H^2O

soit à l'état de sel :

Carbonate (dialogite, rhodochrosite)
 Protosulfure (alabandine)
 Bisulfure (Lassérite)
 Silicate (rhodonite, tephroïte)
 Chlorosilicate (friedelite)
 Borate (sussexite)
 Phosphate etc.....

sans oublier un grand nombre d'autres espèces minérales, où, sous forme de protoxyde, il se substitue à une quantité équivalente de bases alcalino-terreuses ou terreuses à CaO , BaO , MgO ou bien, sous forme de sesquioxyde, à Fe^2O^3 et Al^2O^3 , ou bien encore, sous forme de bioxyde, à SiO^2 .

La plupart des composés du manganèse étant instables au contact de l'air, c'est sous forme d'oxyde anhydre qu'on le trouve en général à la surface du sol et partout où l'air a pu pénétrer.

C'est au bioxyde de manganèse qu'est due la coloration superficielle en brun ou en noir de beaucoup de roches.¹⁾

Les roches calcaires et surtout les dolomites, suivant *Dieulafait*,²⁾ contiennent du manganèse; on le trouve surtout dans les calcaires qui proviennent des dépôts des mers fermées qui se sont évaporées lentement.

On trouve de même le manganèse dans les eaux minérales sous forme de carbonate, rarement sous forme de sulfure. C'est ainsi que les sources chaudes de Carlsbad contiennent jusqu'à 0.007 gr. de carbonate de manganèse

1) Boussingault dans Bertrand ; Rev. Gl. de Chim, pure et appl. 1905 p. 205.

2) C. R. 96, (1883) 125.

par litre. En France, en Amérique, en Roumanie, on a dosé de même le manganèse dans les différentes eaux minérales.

De même les rivières et les fleuves contiennent du manganèse en dissolution, ainsi dans le Rhin à Bonn on a dosé jusqu'à 0,4‰ Mn O², dans le Mass, un affluent du Rhin¹⁾ on a trouvé de 0,5 à 2,4‰ Mn O².

L'eau potable contient parfois du manganèse ; celui-ci s'y trouve surtout en suspension, les sels s'oxydant immédiatement. Ainsi en Amérique,²⁾ en France, en Allemagne³⁾ en Roumanie, le manganèse a souvent été dosé dans les conduites d'eau, où on l'a trouvé sous forme de Mn O² ou Mn²O³; à Breslau, en 1906, après une inondation l'eau de la ville contenait une grande quantité de fer et de manganèse (jusqu'à 0,038 p. 100 MnSO⁴)⁴⁾.

Jadin et *A. Astruc*⁵⁾ ont dosé le manganèse dans les eaux d'alimentation de différentes villes, (Perpignan, Marseille, Toulon, Nice), ainsi que dans les eaux minérales de Vichy et du Boulon. De leurs analyses il semble résulter :

1^o que les eaux d'alimentation contiennent peu de manganèse ;

2^o que les eaux minérales en relation directe avec les roches volcaniques sont riches en manganèse (0,09-0,20 gr. par litre d'eau).

Tous les sols et presque toutes les couches géologiques contiennent du manganèse, qui passe en dissolution dans les eaux acides avec les sels ferreux ou autres agents réducteurs. Lorsque ces eaux contiennent encore en dissolution de l'air, ou lorsqu'elles arrivent au contact de l'atmosphère, elles perdent leur gaz carbonique, les sels de manganèse s'hydrolysent, les hydrates s'oxydent, et les

1) *Musspratt's Chemie* XI, 1, 3. 1913.

Bischof-Lehrbuch d. Géolog 2. Aufl. 1, 271.

2) *J. Americ Chem. Soc.* 26, 714.

3) *Z. Anal. Chemie* 42, 590.

4) *Gans. Die chem. Ind.* No. 2/3 1910, Berlin.

Ergebnisse d. Unters. u. d. Ursache d. Grundwasserverschlechterung in Breslau 1907 p. 30.

5) *C. R.* 157 (1913) 338-339.

oxydes, très probablement à l'état colloïdal, se trouvent en suspension dans ces eaux; ce n'est que lorsque l'eau est au repos absolu que le bioxyde de manganèse se dépose à la longue.

Le manganèse se trouve en solution ou en combinaison dans les mers et les océans, mais en trop petite quantité pour pouvoir être dosé directement.

C. Le manganèse dans le monde vivant. Etude statique.

Mais le manganèse se trouve aussi dans le monde végétal et animal. Certains microbes, certaines bactéries (*Leptothrix*, *Grenothrix*) retiennent des traces d'oxydes métalliques ¹⁾.

Les arbres, les céréales, les fruits, le thé, les légumes, les pommes de terre, le cacao, le café, le tabac, le vin, contiennent du manganèse (Liebig, Berthier, Leclerc, Maumené, Richard, Göne, Guérin, Allesi, Hilger, Lippmann, Stein, Matsugoto, Jadin & Astruc, Ballant²⁾, Gab. Bertrand³⁾, etc. . . ⁴⁾).

Les plantes aquatiques contiennent aussi du manganèse; telles sont les *Zostères marines*, dont les cendres titrent jusqu'à 4 % Mn^3O^4 ⁵⁾, les *Trapa natans* d'un lac des environs de Nüremberg, dont les cendres contiennent de 7,57 à 14,7 % Mn^3O^4 (v. Gorup-Besanez⁶⁾); G. Bertrand et Medigreceanu⁷⁾ l'ont trouvé aussi chez les animaux. La *Pinna-squamosa* (mollusque marin) contient une substance albuminoïde dont la teneur en manganèse est de 3,35 % (Griffiths⁸⁾).

Ce manganèse n'est d'ailleurs pas uniformément réparti dans les divers organes; il est souvent concentré dans les parties en activité végétative.

1) Bertrand. l. c. et Zeitschrift f. Untersuch. d. Nahrungs u. Genuss Mittel 1904.

2) C. r. 125 p. 429 (1898).

3) G. Bertrand l. c.

4) Gmelin-Kraut l. c.

5) Forchhammer dans Gmelin-Kraut's Handb. d. anorg. Chem. III, 2, 219 (1906).

6) Gmelin-Kraut l. c.

7) G. Bertrand l. c.

8) C. r. 1892, 114, 840.

Guérin a constaté ¹⁾ la présence du manganèse dans le tissu ligneux. C'est ainsi qu'il a retiré des tissu ligneux du bois de hêtre un composé de couleur brun-clair qui contenait 0,402⁰/₁₀ de manganèse. *Guérin* soutient que ses composés sont des combinaisons nucléiques et que le manganèse existe sous cette forme dans les tissus ligneux de tous les végétaux.

Il a été signalé dans les cheveux, les os, le foie, la rate, le suint, le lait, le sang, etc. (*Vauquelin*, *Berzelius*, *Chevreuil*, *Oidtmann*, *Millon*, du *Buisson*, *Riche*, *Forchhammer*, *Gottereau*, *Béchamp*, *Poliacci*, *Oefe*, *Horsford*, *Compani*, *Pichard*) ²⁾.

G. Bertrand & *F. Medigreceanu* ont recherché et dosé le manganèse dans le sang de l'homme et des animaux, dans les divers organes des animaux supérieurs: mammifères, oiseaux, poissons, reptiles, ainsi que dans les animaux inférieurs: insectes, crustacés, mollusques, vers, échinodermes, etc. . . Ils ont constaté la présence du manganèse dans tous les organes et tous les animaux étudiés par eux ³⁾. Ordinairement la quantité de manganèse ainsi trouvée est inférieure à 1⁰/₁₀ du poids des cendres; toutefois, elle atteint parfois une proportion surprenante, ainsi dans les poils du sanglier ces auteurs ont trouvé jusqu'à 3.214⁰/₁₀ de manganèse, jusqu'à 3,42⁰/₁₀ dans l'écaille des insectes et jusqu'à 11,11⁰/₁₀ chez les écrevisses ⁴⁾.

Ainsi le manganèse a été trouvé jusqu'ici dans tous les organes où on l'a recherché, parfois en quantités très faibles qui nécessitaient toute la sensibilité des méthodes analytiques mises en jeu, mais cette présence ne fait aucun doute actuellement.

Gab. Bertrand et *F. Medigreceanu* estiment donc que le manganèse n'est pas un élément purement accidentel chez les animaux pas plus que chez les végétaux et qu'il y joue un rôle physiologique.

1) C. r. 125 p. 311 (1898).

2) *Bertrand* l. c. et *Gmelin-Kraut* l. c.

3) Bull. Soc. Chim. (4) t. 11, p. 665 et p. 857 (1912); t. 13 p. 18 (1913).

4) Bull. Soc. Chim. (4) t. 13, p. 21 (1913).

Et en effet, à l'origine de ces recherches systématiques se trouvaient les observations de Gab. Bertrand sur la laccase, observations essentielles pour la connaissance du mécanisme des actions diastasiques et sur lesquelles il importe que nous nous arrêtons.

D. Le Manganèse et la dynamique biologique.

Il y a longtemps que *Schmiedberg* puis *Jacquet*, étudiant le phénomène de l'oxydation biologique (respiration etc. . . .) arrivaient à cette conclusion que „le principe actif des oxydations dans le corps animal est une diastase“, mais sans pouvoir en donner une démonstration précise.

D'autre part en 1883, *Hikurokuro-Joshida*, examinant le noircissement spontané de la laque japonaise après son extraction du *Rhus vernicifera*, a attribué ce phénomène à une diastase oxydante, sans pouvoir lui non plus en donner la preuve.

En 1884 *Gab. Bertrand*, analysant le latex du *Rus succedanea* (arbre à laque du Tonkin), en extrayait deux substances, l'une insoluble dans l'alcool fort, la laccase, l'autre soluble dans ce solvant, le laccol.

Le laccol est une substance chimique qui se rapproche par l'ensemble de ses propriétés, des polyphenols. La laccase est une substance de nature diastasique, ferment oxydant, dont l'intervention combinée avec celle de l'oxygène de l'air produit l'oxydation du laccol, responsable du noircissement de la laque. Dans ce phénomène, la laccase, qui reste inaltérée, joue uniquement le rôle d'intermédiaire, d'agent de transport et de fixateur de l'oxygène de l'air sur le laccol. *G. Bertrand* en a fait le type de toute une classe de ferments nouveaux, les oxydases¹⁾.

1) La laccase a été retrouvée par *Gab. Bertrand* dans presque toutes les espèces végétales.

Outre la laccase, il existe encore d'autres oxydases telles que la „*tyrosinase*“ découverte par *Gab. Bertrand* dans les racines de betterave et de dahlia, dans une foule de champignons, et peut-être „*l'oenoxydase*“ découverte par *Cazeneuve*, après que *Gab. Bertrand* eut constaté que la décoloration (ou casse) des vins était due à une oxydase, „*Poléase*“, trouvée par *Toloméi* et qui provoque la fermentation des olives. La tyrosine e seule, parmi ces oxydases, paraît jusqu'ici nettement distincte de la laccase

Poursuivant ses recherches analytiques sur la laccase il constata que celle-ci contenait du manganèse (0,12%) et que cet élément était *nécessaire* à l'activité oxydante de la laccase: en effet des échantillons de laccase débarrassés de manganèse perdent tout pouvoir oxydant, pouvoir qui reparait par addition de traces de sels de manganèse (sulfate ou autre sel)¹⁾.

Etudiant ensuite le pouvoir oxydant des sels manganeux, *Gab. Bertrand*²⁾ constata que ces sels possèdent à des degrés divers la propriété de fixer l'oxygène libre sur les corps organiques attaquables par la laccase; la nature de l'acide lié au manganèse intervient, les sels à acide faible étant les agents d'oxydation les plus puissants, ainsi l'acétate est 20 fois plus actif, le succinate environ 15 fois, plus actif que le sulfate.

Gab. Bertrand explique cette oxydation de la façon suivante:

„Les sels manganeux sont partiellement hydrolysés en solution aqueuse. Ils fixent une molécule d'eau et se convertissent en un mélange d'acide libre et de protoxyde de manganèse:



Le protoxyde de manganèse devenu libre s'oxyde au contact de l'air. Au cours de cette oxydation la molécule d'oxygène libre O^2 est nécessairement scindée en deux atomes, atomes non saturés et par conséquent plus actifs; l'un d'eux est pris par la molécule de protoxyde de manganèse qui se transforme en bioxyde:



tandis que l'autre se fixe soit sur une nouvelle molécule de protoxyde, soit sur un corps oxydable, qui seul résisterait au contact de l'oxygène moléculaire. Mais alors, il y a en présenece de l'acide libre, du bioxyde de manganèse et un excès de corps oxydable. Grâce à ce dernier,

1) C. r. CXXIV, p. 1032.

2) C. r. CXXIV p. 1355.

3) Rev. g-le de Chimie pure et app. 1905, p. 215.

dont la chaleur d'oxydation s'ajoute à la chaleur de formation du sel manganoux, il y a réaction entre l'acide et le bioxyde :



L'atome d'oxygène se fixe sur une nouvelle quantité du corps oxydable et le sel primitif est régénéré.

D'après ces réactions un poids déterminé de sel manganoux peut donc oxyder aux dépens de l'air un poids illimité de substance oxydable. La vitesse d'oxydation est en quelque sorte liée à la facilité avec laquelle se fait l'hydrolyse du sel manganoux. Elle augmente quand on passe des sels d'acides minéraux aux sels d'acides organiques de plus en plus faibles et devient maximum avec la combinaison du manganèse du type de la laccase." ¹⁾.

A. Bach ²⁾ a essayé depuis lors de voir si le manganèse, le fer ou quelqu'autre métal était bien indispensable à l'activité oxydasique. De ses recherches il conclut qu'on ne peut soutenir que la présence du manganèse est indispensable, sans pouvoir démontrer toutefois d'une façon certaine qu'il existe des oxydases entièrement exemptes de manganèse ou de fer.

Les conclusions de *Gab. Bertrand*, restent donc jusqu'ici intactes.

III. Le manganèse comme engrais catalytique.

Nous avons vu précédemment (p. 10) que parmi les éléments que l'on rencontre chez les êtres vivants il y avait lieu de distinguer entre les éléments catalytiques qui peuvent n'y exister qu'à l'état de traces minimales (0,5 à 1 % des cendres) et paraissent y jouer un rôle physiologique.

Il pourra donc y avoir intérêt à fournir à la plante sous forme d'engrais ceux de ces éléments qu'elle ne peut trouver dans le sol en quantité suffisante. Telle est la base

1) Rev. gle de Chimie pure et appliquée 1905 pp. 215-216.

2) B. B. XXXIII (1910) p. p. 364 et 366.

de la théorie des engrais catalytiques de *Gab. Bertrand*¹⁾.

Pour le manganèse en particulier le rôle spécial qu'il joue dans le processus d'oxydations biologiques (oxydases) paraît en faire un élément de toute première importance pour ne pas dire de nécessité absolue.

D'analyses déjà anciennes de terres arables et de végétaux (*Leclerc*)²⁾ on avait pu retirer cette idée que le manganèse devait jouer un rôle dans la croissance des végétaux, et des recherches avaient été entreprises notamment par *Sachs* pour éclaircir la question, recherches infructueuses d'ailleurs. *Sachs* cultivait comparativement des plantes à partir de la graine dans des solutions nutritives additionnées ou non de sels de manganèse. Les résultats qu'il obtint ne sont pas très probants; le manganèse se trouvait introduit en effet dans les milieux témoins à la fois par la graine, par le verre du récipient et par les impuretés des produits qui composaient le milieu nutritif. *Sachs* admit cependant la nécessité du manganèse pour les plantes et en ajoutait toujours dans ses recherches.

Salm Hortsmar qui expérimenta avec toutes sortes de sels n'apporta pas plus de lumières sur ce sujet. *Raulin* dans son mémorable travail sur l'*Aspergillus niger* ne vit pas l'influence des sels de manganèse sur la croissance de cette muscédinée, victime, lui aussi, d'une partie des causes d'erreur de *Sachs*, comme le montrera *Gab. Bertrand* plus de trente ans après. Mais l'effort raisonné et rationnel date de la découverte de la laccase et de la communication que *Gab. Bertrand* fit en 1903 au Congrès international de Chimie appliquée de Berlin. Parmi ces recherches il faut citer aussi celles de *Loew* et de ses élèves *Aso*, *Nagaoka*, *Sawa*, *Hunda*, *Tukutoma*, *Katayama* au Japon³⁾, *Hill*⁴⁾.

1) VII-ème Congrès int. Chim. appl. Londres 1910. Section VII p. 159-162.

2) C. r. LXXV. (1872) p. 1209-1214.

3) Bull. of the College of Agricult. of Tokio, T. V. et VI, 1903, 1904.

4) Journ. of the royal agricultur. Soc. of England T. LXIV, 1903, p. 348.

Voelcker, en Angleterre, *Kauter* en Russie (1903), *Gössl*¹⁾ *Th. Pfeiffer et E. Blanck*²⁾ en Allemagne, *Giglioli Pas-serini*³⁾, *Salomone, N. Strampelli*⁴⁾ en Italie, *Stoklosa* en Bohême, *Bertrand et Thomassin*⁵⁾, *Bertrand*⁶⁾ et *Javillier*⁴⁾, *Garola Marre*⁷⁾, *Grandeau, Lesage* en France, *Whitney* aux Etats-Unis, *Molinari et Ligot, Micheels, De Heen, Grégoire, Hendrick et Carpiaux* en Belgique etc...

On a utilisé comme engrais tous les sels de manganèse: chlorure, sulfate, carbonate, oxyde, protoxyde, phosphate, nitrate, et les essais ont porté sur diverses plantes comme: avoine, fève, pomme de terre (*par Leidreiter*), avoine, petits pois, cyprès, lin, blés (au Japon), blés et fève (*par Salomone*), orge (*par Voelcker*), avoine (*Bertrand et Thomassin*), *aspergillus niger* (*Bertrand et Javillier*), lin, haricots (*Garola*), avoine et betteraves (*Pfeiffer et Blanck*).

G. Bertrand dans ses recherches sur l'extraordinaire sensibilité de l'*aspergillus niger* vis-à-vis du manganèse⁸⁾ constata que 1|10.000.000.000 de manganèse avait déjà une influence sur la croissance de l'*aspergillus niger*.

Presque tous les essais ont démontré d'ailleurs l'influence favorable du manganèse dans la culture des plantes tant en poids qu'en longueur. On a démontré de même qu'une trop grande quantité de manganèse était inutile, parfois même nuisible. Ainsi *Salomone* a obtenu les meilleurs résultats avec les sels organiques du manganèse qui se décomposent le plus difficilement, *Molinari et Ligot* ont constaté qu'une quantité plus grande de sulfate de manganèse était sans résultat efficace, *Pfeiffer et Blanck* ont

1) Beiheft Bot. Centralblatt t. XVIII, p. 119-132.

2) Landwirtschaftl. Versuchs- Stationen LXXVII, Heft 1 et 2, 1912.

3) Boll. del l'Inst. agrar. di Scandicci, 2e Ser. VI (1905), 1-14.

4) VIe Congrès intern. chim. app. Rome (1907), vol. IV. 14-17.

5) VIe Congrès intern. chim. app. Rome (1907), vol. IV, 425-428.

6) Bertrand. Bul. Soc. chim. (4) T. II, p. 400 (1912), et p. 494 (1912);

C. r. Acad. d. Sc. T. CXLII, p. 1255, (1905).

7) VIIe Cong. intern. chim. app. Londres (1909), VII, 162.

8) Bull. Soc. chim. (4) t. II, p. 400 et 494, (1912)

constaté que l'emploi des sels de manganèse peu solubles, tel le carbonate, entraînait la mise en oeuvre d'une quantité plus grande de manganèse pour obtenir de bons résultats, tandis que pour les sels facilement solubles, tel le sulfate de manganèse, on n'obtient de bons résultats qu'avec de petites quantités de manganèse, une proportion trop grande devenant même pernicieuse et agissant comme toxique.

Pfeiffer et *Blanch* supposent que le rôle du manganèse consiste en une excitation de la plante à absorber une quantité plus grande de substances nutritives.

Tout récemment *Söhngen*¹⁾ étudiant in vitro les transformations du manganèse sous l'influence des processus microbiens a montré l'influence fondamentale de l'acidité ou de l'alcalinité (ions H ou OH) dans le métabolisme du manganèse du sol. Suivant le cas en effet ses combinaisons se trouveront transformés soit chimiquement, soit biologiquement, en sels ou en oxydes, c'est-à-dire en formes solubles assimilables par les plantes ou en formes insolubles inutilisables directement par elles.

Outre le manganèse, on a fait en agriculture divers essais avec d'autres éléments catalytiques, séparés ou combinés.

Javillier après avoir prouvé analytiquement que le zinc se rencontre parmi les éléments habituels des végétaux, surtout des végétaux inférieurs (par exemple les champignons)²⁾, a étudié au laboratoire et dans la nature l'emploi du zinc comme engrais catalytique.

G. Bertrand et *M. Javillier* ont étudié l'action combinée du manganèse et du zinc sur le développement et la composition de *l'Aspergillus niger*, et ils trouvèrent qu'on obtient des poids de récolte plus grands par l'addition simultanée de zinc et de manganèse que par l'addition d'un

1) *N. L. Söhngen*. Umwandlung von Manganverbindungen unter dem Einfluss mikrobiologischer Prozesse. Centralblatt f. Bakt. 1914. 140 pp. 545—554.

2) Bull. Soc. chim. (4) t. 11, p. 212 et 347, (1912).

seul de ces métaux et que le manganèse s'assimile en proportion plus élevée lorsqu'il est associé au zinc ¹⁾).

Agulhon ayant décelé la présence constate du bore dans les végétaux, a étudié son utilité comme engrais catalytique ²⁾ et a montré qu'il est utile à la croissance des végétaux supérieurs.

Stoklosa a fait des essais d'engrais avec le manganèse et l'aluminium et il a obtenu de bons résultats ³⁾. L'iode a été étudié au Japon par *Aso*, *Suzuki* et *Uchijima*. Le brôme, le fluor, le baryum, le cerium etc. ont été étudiés au Japon par *Loew* et ses élèves *Nagaoko*, *Sawa*, *Katayama* et par *Boullanger* en France.

Nous avons vu plus haut que le manganèse était très répandu dans la nature et qu'on le trouvait dans toutes les terres, de sorte que la question se pose de savoir si une faible addition de ce métal au sol arable peut vraiment activer d'une façon aussi prodigieuse l'activité des cultures.

Gab. Bertrand, en réponse à cette objection, fait la remarque fort judicieuse que le manganèse ne se trouve pas toujours dans le sol sous forme assimilable et qu'une petite partie seulement du manganèse du sol peut être utilisée directement par les cultures, les silicates, sesquioxides etc., de manganèse ne pouvant être dissous et par suite assimilés par les plantes. L'adjonction d'un faible poids de sulfate ou bien de carbonate de manganèse suffit à augmenter, dans une proportion considérable, le stock de métal soluble nécessaire au développement de la plante.

D'ailleurs les plantes n'utilisent pas la totalité du manganèse contenu dans la terre, comme l'ont démontré les expériences faites par *Gab. Bertrand*. Outre le facteur chimique de la combinaison dans laquelle est engagé le manganèse, il faut faire intervenir un facteur local, la ré-

1) *Ann. I. P.* XXII, p. 720, (1908); VII-e Congrès intern. Chim. app. VII section p. 163, Londres (1909).

2) Thèse doct. Sc. Nat. Paris 1910; VII-e Congrès intern. chimie app. VII p. 165, Londres 1909; *Ann. I. P.* XXIV, p. 321, 1910.

3) *C. r.* 152, p. 1340 (1911).

partition de cet élément dans le sol suivant la profondeur. Il est bien évident en effet que des arbres à racine profonde profiteront plus du manganèse réparti dans le sol que des céréales à racines peu développées, si les couches profondes sont riches en manganèse alors que les couches superficielles ont été appauvries du fait des cultures sucresives.

Il nous a donc paru intéressant au point de vue scientifique et peut-être aussi au point de vue pratique d'étudier la répartition du manganèse dans une région déterminée. Cette étude, nous l'avons faite pour la *Roumanie*, pays agricole par excellence.

Nous étudierons donc succesivement :

A. Les caractères généraux des sols roumains tels qu'ils résultent des études agrogéologiques, géologiques et minéralogiques antérieures.

B. Le mode opératoire employé dans le prélèvement et l'étude physico-chimique des échantillons des divers terrains.

C. Les méthodes chimiques de dosage du manganèse que nous avons mises en oeuvre et leurs résultats.

Ces recherches ont été inspirées par les beaux travaux de M. *Gabriel Bertrand*, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, Chef de service à l'Institut Pasteur. J'ai été constamment guidée par ses conseils et je me dois de lui exprimer ma réelle gratitude.

M. *L. Mrazec*, Membre de l'Académie de Roumanie, Professeur à l'Université de Bucarest, Directeur de l'Institut Géologique de Roumanie où mes recherches ont été poursuivies en grande partie, a bien voulu s'intéresser à ces recherches. Je suis heureuse de lui adresser ici mes sincères remerciements.

Je remercie également la Section Agrogéologique de l'Institut Géologique de Roumanie, qui m'a aimablement fourni tous les renseignements nécessaires à mon travail.

PREMIERE PARTIE

Le manganèse dans les sols de Roumanie

CHAPITRE I: Les sols roumains

I. Définition et caractères du sol.

1. Le sol. Les zones agrogéologiques roumaines sont la continuation de celles de la Russie méridionale. Aussi *G. Murgoci* et ses assistants, *E. Protopopescu-Pake*, *T. Seidel* et *P. Enculesco* de la section agrogéologique de l'Institut Géologique de Roumanie ont-ils classé les sols roumains d'après les travaux des pédologues russes¹⁾.

Le sol est la partie de la terre comprise entre la surface et la roche-mère. Si on excepte les sols de transport, on peut considérer cette partie comme une modification de la roche-mère sous diverses influences: en premier lieu les agents atmosphériques et l'action des eaux; puis les réactions chimiques entre les éléments qui le composent; la végétation; les animaux et les microorganismes qui y vivent; enfin le temps: les conditions climatiques et la fertilité varient, et certains caractères permettent

1) Murgoci. Carte agrogéologique de la Roumanie 1911.

» Zonele naturale de soluri. Ann. Inst. Géologique Roumanie

parfois, dans le cas des alluvions par exemple, de déterminer l'âge d'un sol.

2. **Division du sol.** On divise le sol en plusieurs couches ou horizons ;

a) Le sol proprement dit ou sol arable, habituellement riche en humus et fertile.

b) Le sous-sol. On peut le considérer comme la zone de transition entre la couche superficielle et la roche-mère. C'est là que l'on peut directement constater l'influence des eaux et des agents atmosphériques. Les sels en dissolution s'y déposent par ordre de solubilité, si rien ne vient troubler leur précipitation. On peut y distinguer des sous-horizons, par exemple un horizon brun rougeâtre dû à l'accumulation des oxydes de fer, un horizon riche en carbonate, etc. . .

c) La roche-mère. Cet horizon peut encore être subdivisé: A la partie supérieure se trouve une couche de transition entre le sous-sol et la roche mère et au-dessous la roche-mère véritable.

La roche-mère a une influence capitale sur la nature du sol; c'est pourquoi on doit toujours en tenir compte dans l'étude de celui-ci.

Les caractères du sol sont ceux de ces trois horizons. La nature de la roche-mère seule ne peut servir de base à une classification; souvent en effet, une même roche-mère est recouverte par des sols différents. Ainsi le plateau de la Moldavie, la plaine et le plateau de la Dobrogea roumaine qui reposent sur du loess, appartiennent à des zones différentes.

II. Classification par zones.

On distingue en Roumanie 7 zones principales de sols (classification de l'Institut Géologique) :

1. **Alluvions modernes** le long du Danube et des grandes rivières formant d'étroites bandes intercalées dans les autres zones.

2. Sol brun-clair de steppe sèche rare le long du Danube, il se trouve surtout dans la région de Constantza, en Dobrogea, entre le Danube et la mer Noire; on le rencontre également à l'intérieur du pays, sur de faibles étendues, au voisinage des dépôts alluvionnaires des grandes rivières. Ce sol est alcalin, riche en sels solubles, pauvre en humus. La roche-mère est du loess. Sa formation serait due à la sécheresse, à la chaleur (la température moyenne y est plus élevée que dans le reste de la Roumanie) et aux apports continuels, par les vents, des matières minérales enlevées aux alluvions du Danube.

3. Sol châtain de steppe sèche. On le trouve le long du Danube et des grandes rivières, sur de faibles étendues au Nord de la Moldavie, et surtout au Sud de l'Olténie, dans le Bărăgan. Comme le précédent il est formé sur loess. Il est plus riche en humus, en sels soluble et en carbonate de calcium. Ce carbonate arrive même jusqu'à la surface. Ses conditions de formation sont les mêmes que celles des précédents.

Les zones 2 et 3 ne sont pas boisées, Elles fournissent de bonnes récoltes lorsque les précipitations atmosphériques sont suffisantes. Le passage du sol arable à la roche-mère se fait insensiblement; le sous-sol est privé de caractères propres.

4. Tchernozïomes: a) *Tchernozïome noir*-C'est un sol noir analogue au tchernozïome de Russie. Il est peu répandu. On le trouve au Nord de la Moldavie et dans la région de Tutova, d'où il se continue en diminuant de plus en plus, jusqu'à Ploesti en Munténie. Il est très riche en humus (8 ‰).

b. *Tchernozïome chocolat*. Sol brun foncé, moins riche en humus (6 à 7 ‰), plus répandu que le précédent. On le trouve surtout à l'Est de la Moldavie, le long du Prut, au S-E de la Munténie et au S de l'Olténie.

Le tchernozïome s'est formé surtout sur le loess, mais aussi sur les marnes sarmatiques et sur d'anciennes alluvions. La transition entre la roche-mère et le sol propre-

met dit est nette. Le sous-sol, au voisinage de la roche-mère, est brun et contient de nombreuses concrétions calcaires. La couche supérieure de la roche-mère est formée de gypse.

Dans la région de transition, entre la steppe et la forêt, le tchernoziome, altéré par la végétation, se transforme en un sol brun, caractéristique, qu'on appelle *tchernoziome dégradé*.

Dans les dépressions arrivant au niveau des eaux fréatiques se sont formés des lacs salés. Dans celles qui n'arrivent pas au niveau des eaux fréatiques se sont formés des *sols salants* alcalins, riches en sels de sodium, de calcium et de magnésium (surtout de sulfates).

Le tchernoziome est très fertile. On y récolte le blé de qualité supérieure.

5. **Sol brun rougeâtre de forêt.** Très répandu en Roumanie, surtout dans l'Olténie et la Munténie, et à l'Est de la Moldavie. Il s'est formé sur du loess, des sables, des argiles et des marnes tertiaires, et sur d'anciennes alluvions. Il est moins riche que les précédents en matières solubles, à cause de l'humidité plus grande. Il est moins fertile que les tchernoziomes, car il contient au plus 5% d'humus. La formation de cette zone est due presque uniquement aux influences climatologiques. Elle est boisée (surtout de forêts de chênes) et favorable à la culture du tabac. La transition est très nette entre le sol arable et la roche-mère. Le sous-sol est rougeâtre par suite de l'accumulation d'hydrate de fer; il contient souvent des concrétions calcaires.

Lorsque ce sol se trouve directement sur le calcaire ou la dolomie, il est presque rouge. On l'appelle alors *Terra rossa*.

6. **Podzole.** Sol de forêts gris-cendré à structure farineuse. On le trouve surtout en Moldavie, et aussi en Munténie et en Olténie, dans les régions de collines, c'est-à-dire dans les régions plus froides et plus humides que la zone 5. Il s'est formé sur des sables et sur des argiles ter-

tiaires. Il est riche en silice et contient moins d'humus que le sol brun rougeâtre (jusqu'à 3⁰/₁₀).

Cette zone est recouverte de forêts de hêtres, de bouleaux et de conifères. Le sol arable est plus riche en silice que le sous-sol. Celui-ci est nettement distinct; il a ordinairement une couleur rougeâtre due à l'accumulation d'hydrates et d'humates de fer.

Au nord de la région des collines, entre 800 et 1000 m. d'altitude, les podzoles sont peu développés par suite de l'érosion des torrents qui rongent la terre jusqu'à la roche-mère.

Lorsque le podzole est noir, riche en concrétions de ferro-manganèse, il prend le nom de *Rendzine*. Cette variété est peu répandue en Roumanie; le sol est noirâtre, riche en humates de calcium et s'est formé en général sur les calcaires ou les marnes calcaires.

7. Sol des montagne — dans les hautes montagnes. C'est un sol à tourbières où les restes de végétaux s'accumulent en grande quantité dans des conditions atmosphériques particulières: forte humidité et température très basse.

On peut grouper ces zones suivant leurs conditions de formation. On trouvera dans notre travail la classification suivante:

I. Sols formant de véritables zones et dus surtout aux influences climatologiques:

- | | | |
|--|---|----------------------|
| A) Sols de steppe sèche | { | sols bruns clairs |
| | | sols châtains |
| B) Sols de steppe ou tchernoziomes | | |
| C) Sols de forêts | { | sols brun-rougeâtres |
| | | Podzole |
| | | Terra rossa |
| D) Sols des régions de montagnes — tourbières. | | |

II. Sols dus à l'influence de la roche mère ou à d'autres influences locales, disséminés dans les autres zones:

A) Alluvions

B) Sols salants, disséminés dans les zones de tchernoziomes.

C) Rendzine (sols sur calcaires).

III. Composition chimique des sols roumains.

Il existe peu de documents certains sur la composition des sols de Roumanie. Les analyses faites se rapportent plutôt à des régions géographiques qu'à des régions agrogéologiques bien définies, et les conclusions auxquelles elles conduisent sont la plupart du temps erronées. D'après les analyses de N. O. Popovici-Lupa ¹⁾, de V. Cârnu Munteanu et C. Roman ²⁾, de Ov. Maior ³⁾, de N. E. Giurgea ⁴⁾ et d'après les travaux de l'Institut géologique de Roumanie ⁵⁾ (laboratoire agrogéologique) les différentes zones auraient la composition chimique suivante :

1. *Le sol brun clair de steppe sèche* contient une quantité notable de K_2O (jusqu'à 0,15 %) et de N (jusqu'à 0,26 %), beaucoup de CO_3Ca , de 5,5 à 7 % de Fe_2O_3 et Al_2O_3 , et environ 0,15 % de P_2O_5 .

2. *Le sol châtain de steppe sèche* contient de 0,10 à 0,30 % K_2O , de 0,15 à 0,20 % N, moins de sesquioxides, de 0,11 à 0,16 % P_2O_5 et toujours beaucoup de CO_3Ca , à partir de la surface même.

3. *Tchernoziome*. Très riche en sels solubles: 0,13 à 0,56 % K_2O , davantage au Nord de la Moldavie, moins en Munténie et au Sud de la Moldavie; 0,18 à 0,35 % N et 0,10 à 0,46 % P_2O_5 . CO_3Ca ne se trouve plus qu'en petite quantité dans le sol arable ; par contre il se trouve en abondance, à une plus grande profondeur, dans le sous-sol.

4. *Sol brun rougeâtre de forêt*. Composition variable. En général il est moins riche en P et en N que le précédent. Il contient de 0,07 à 0,40 % K_2O , de 0,05 à 0,20 % P_2O_5 et

1) Über den Anbau des Mais in Rumänien und seine Verwertung. Thèse de doctorat, Halle a-S 1889.

2) Le sol arable de la Roumanie-Bucarest 1900.

3) Ov. Maior-Die Salzböden Rumäniens, u-ihre Urbarmachung. Halle-a-S 1911.

4) Considerațiuni generale asupra terenului arabil al Moldovei 1908.

5) Murgoci-Zonele naturale de soluri in România 1911.

de 0,11 à 0,24% N. On trouve dans le sous-sol, en assez grande quantité, des hydrates de fer et des concrétions calcaires.

5. *Podzole*. Les analyses sont très peu nombreuses. Elles indiquent en moyenne de 0,14 à 0,23% K^2O ; de 0,08 à 0,13% P^2O^5 ; de 0,09 à 0,22% N. Ce sol est par suite moins riche en P, K, N que le précédent. Dans l'horizon de transition on trouve des hydrates et même des humates de fer, ce qui donne à cet horizon une coloration rouge. Les concrétions calcaires sont plus ou moins nombreuses suivant la nature du terrain.

6. *Les sols de montagne* n'ont pas été analysés. Ce sont des tourbes, restes de végétaux décomposés.

Il est intéressant de signaler les efflorescences blanches qui apparaissent surtout en été, à la surface des sols de steppe, dans le Nord de la Moldavie. Elles ont été analysées par *P. Poni*¹⁾; elles sont surtout formées de sulfates de sodium et de potassium (0,26 à 1,05 K^2O).

CHAPITRE II: Le manganèse en Roumanie

I. Minerais manganésifères.

Il y a en Roumanie peu de minerais de manganèse. On a constaté sa présence dans divers minerais de fer :

a) Dans les schistes cristallins du Nord de la Roumanie, à Broșteni (district de Suceava), *P. Poni*²⁾ a caractérisé la manganèse sous forme de bioxyde MnO^2 ou de combinaison de protoxyde MnO et d'oxyde de fer (*Broșténite*). On trouve encore MnO combiné à CaO , MgO et CO^3Ca . Ces minerais ont dû être exploités vers le commencement du XIXe siècle: on y trouve encore des galeries à Dealul Ferului. Les dosages de *P. Poni* lui ont fourni entre 55,4 et 69,34% de MnO^2 .

1) Descrierea mineralogică a României—1900 pp. 104—106, p. 108.

2) *P. Poni*. Descrierea mineralogică a României. Bucarest, Ann. de l'Acad. Roum. 2, XXII, 1900.

V. C. Butureanu ¹⁾ a trouvé entre 21,9 et 79,8% MnO^2 et entre 1,9 et 3,5% de Fe^2O^3 .

Les schistes cristallins contiennent ces métaux sous forme d'oxyde dans les couches supérieures et de carbonate (Dialogite) dans les couches inférieures ²⁾. Il est probable que, à la suite de phénomènes orogéniques, les gisements de carbonate auront été découverts, désagregés et oxydés, puis transportés par les eaux.

On retrouve des minerais semblables, riches en manganèse, dans le district de *Mehedintzi* (*Slowitza, Balta*), dans la zone de contact entre les calcaires et les schistes cristallins ³⁾.

b) A *Bădeni-Ungureni* (district de Muscel) P. Poni a découvert un carbonate de fer mélangé de carbonates de manganèse, de calcium et de magnésium, la sidérite ⁴⁾, où il a dosé 9,91 % CO^3Mn et 65,6 % CO^3Fe .

c) A *Dârmoxa* (District de Suceava), un minéral appelé Limonite contient jusqu'à 2,47 % Mn^2O^3 . Le même minéral sur le versant ouest des Monts Bahnéi (*Mehedinți*) contient environ 0,50 % de MnO ⁵⁾

d) Dans des granits du *Mont Carol* (*Dobrogea*), L. Mrazec a trouvé un silicate double de fer et de sodium (Riebeckite) contenant 3,24 % de MnO .

e) Dans un gisement d'arséniure de Cobalt situé, partie dans le district de Muscel (à *Bădenii Ungureni*), partie dans le district de la Dâmbovița, Saligny a constaté la présence du manganèse, sans toutefois le doser ⁶⁾.

f) Dans le même district de Muscel, à *Badenii-Ungureni* on a dosé 0,89 % de manganèse dans un sulfure double (tétraédrite).

1) Ann. Sc. Univ. Iassy (1908).

2) P. Poni, loc. cit. 55.

3) P. Poni, loc. cit., 49.

4) „ „ „ 54—55.

5) „ „ „ 37—38.

6) „ „ „ 18.

On n'a analysé jusqu'ici qu'un très petit nombre de minerais au point de vue de leur teneur en manganèse. Il est probable que beaucoup d'autres doivent en contenir, notamment les minerais de fer.

II. Le Manganèse dans les eaux.

1. *Eaux minérales.*

Les résultats des analyses d'eaux minérales ont été publiés par le *Dr. Sabner-Tuduri* ¹⁾ et par *Bernard* ²⁾. Ces analyses ont donné les résultats suivants:

1. à Puciósa, dans une eau sulfureuse, Bernard a trouvé 0,0003 gr. MnO^2 par litre.

2. à Slănic (district de Bacău), on a trouvé:

a) dans l'eau d'une source bicarbonatée, de 0,00018 à 0,0008 gr. de bicarbonate de manganèse.

b) dans l'eau d'une source bicarbonatée, de 0,00035 à 0,00211 gr. de bicarbonate de manganèse.

c) dans l'eau d'une source ferrugineuse, de 0,0041 à 0,0045 gr. de bicarbonate de manganèse,

3. à Cozla (district de Neamț) *P. Poni* a trouvé de 0,0006 à 0,0055 gr. de carbonate de manganèse.

4. à Văiluța (district de Jassy). *S. Konya* a trouvé 0gr0017 de carbonate de manganèse.

5. à Dorna, dans une eau arsenico-alkaline bicarbonatée, Bernard a trouvé 0gr01976 de bicarbonate de manganèse.

2. *Eaux d'alimentation.*

Les eaux d'*Ulmi*, captées par la ville de Bucarest pour son alimentation, contiennent du manganèse, surtout après les pluies et les crues. La municipalité a chargé le laboratoire de chimie de l'Ecole des Ponts et Chaussées de faire une série d'analyses de l'eau d'*Ulmi* et des terres de cette localité. Ces analyses ont été effectuées en 1908 et 1909

1) Apele minerale din România. Bucarest 1906.

2) Monographie des eaux minérales de Dorna et Borcea. Bucarest. 1898.

sous la direction de *Gr. Pfeiffer*. Les opérateurs ont traité de grandes quantités de terre et de nombreux échantillons d'eau. Le manganèse a été dosé colorimétriquement par la méthode d'oxydation au bioxyde de plomb et à l'acide azotique.

On a presque toujours trouvé le manganèse en suspension dans l'eau, à l'état de bioxyde de manganèse colloïdal passant à travers les filtres. On a rarement constaté la présence de sels dissous.

Les dosages ont donné une teneur maxima en MnO^2 de 0,0055 gr par litre.

III. Le manganèse dans les roches.

Les dosages manquent sur ce point. On rencontre souvent du bioxyde de manganèse formant sur les roches un enduit très mince ou rassemblé en dépôts brun-noirâtres.

Sava Atanasiu ¹⁾ a trouvé à *Asău* (district de Bacau) dans le lit de la rivière Trotuş, un dépôt manganésifère noirâtre.

Le même géologue a trouvé, à Sontza-Mare Asau, un grès recouvert d'une mince couche manganésifère. Ce grès a été analysé par *V. Dimitriu* à l'institut géologique de Roumanie; on y a trouvé 1, 33 % MnO . Ces dépôts sur les roches sont probablement dus à la diffusion du manganèse colloïdal dans les eaux d'infiltrations.

IV. Le Manganèse dans les sols

Sauf les travaux dirigés à Ulmi où les analyses, dont nous avons déjà parlé, ont été exécutées par *Gr. Pfeiffer* on n'a pas entrepris, en Roumanie, d'études systématiques sur les sols au point de vue de la teneur en manganèse.

Etudes faites en Russie et en Roumanie.

Nabokitch et ses élèves: *Serbin*, *Frizen Bolozowitsch*, *Roki*, *Dehtiarew*, *Bachtatze*, *Brandt*, *Sazanow*, *Marcenko*,

1) Communication personnelle de l'auteur.

Mordowsky, etc., ont publié plusieurs analyses de manganèse dans les sols du Sud de la Russie ¹⁾ et de la Bessarabie ²⁾.

a) *Russie* D'une façon générale, les sols du Sud de la Russie contiennent 0,02 à 0,80 ‰ de manganèse sous forme de $Mn^{2}O^3$. On le trouve parfois en quantité plus grande :

Dans un ortstein (sable riche en humus) de la plaine de *Watzkowo* (district de *Jitomir*) on a dosé jusqu'à 2,62 ‰ de $Mn^{2}O^3$.

Dans un horizon à concrétions calcaires à *Berezowo* (district de *Nowouschitz*, Podolie) on a trouvé jusqu'à 0,50 ‰ $Mn^{2}O^3$, et dans un ortstein à bobovines venant sous l'horizon précédent, jusqu'à 2,69 ‰.

Les tchernoziomes foncés, qui sont les sols de la Russie les plus riches en humus et les plus fertiles, contiennent très peu de manganèse (0,04—0,09 ‰ de $Mn^{2}O^3$). Cela tient peut-être à l'épuisement du sol par la végétation.

Nous avons déjà signalé la présence du manganèse en Russie sous forme de bobovines. Ce sont des concrétions de forme presque sphérique, de structure interne concentrique et de la grosseur d'un pois, renfermant des sesquioxides d'aluminium, de fer et de manganèse. On les trouve dans le sol, au voisinage de la surface, jusqu'à un mètre de profondeur. Ces bobovines contiennent la presque totalité du manganèse du sol dans lequel on les rencontre.

A *Watzkowo* on a trouvé, à 60 cm. de profondeur, des bobovines contenant 11,45 ‰ de $Mn^{2}O^3$.

A *Askania Nowa* (dépression de Tschapli), à 46 cm. de profondeur, les bobovines contenaient 16,7 ‰ de $Mn^{2}O^3$ et 66,2 ‰ de $Fe^{2}O^3$.

A *Berezowo*, à 40 cm. de profondeur, 4,97 ‰ $Mn^{2}O^3$.

A *Tschakwa* (Région de Batoum) 6,08 ‰ $Mn^{2}O^3$.

1) Nabokich. Constitution et origine des différents horizons des sols et des sous-sols du Sud de la Russie. St Pétersbourg 1911. (En Russe).

2) Internat. Mitt. für Bodenkunde III (1913) p. 338 Berlin (en français).

b) En Bessarabie.

Les sols bruns contiennent en moyenne de 0,94 à 1,26 ‰ Mn^{2+} . Le tchernoziome en contient de 0,31 à 0,46 ‰.

c) En Roumanie.

Comme nous l'avons dit, les seules analyses concernant la teneur des sols en manganèse ont été effectuées par *Gr. Pfeiffer*, lequel dans son rapport à la municipalité de Bucarest, déclare qu'on a trouvé du manganèse dans la presque totalité des échantillons analysés, mais en quantité plus considérable dans les sols cultivés, surtout en terrains calcaires et argileux. La proportion de MnO^2 dosée n'a pas dépassé 0,021 ‰.

DEUXIEME PARTIE

Recherches personnelles

CHAPITRE I: Prélèvement des échantillons

I. Choix des échantillons.

Nous nous sommes proposé d'étudier aussi complètement que possible la répartition du manganèse dans les sols roumains en nous basant sur leur classification agrogéologique. Il nous fallait donc prendre, dans chaque zone des échantillons bien caractéristiques, en nombre suffisant pour avoir de cette zone une représentation satisfaisante.

Nous nous sommes limitée pour chaque zone aux portions les mieux connues agrogéologiquement.

Si on jette un coup d'oeil sur la carte située à la fin de ce travail on s'aperçoit que nos échantillons proviennent presque uniquement des deux régions suivantes:

1^o du Nord de la Roumanie, au voisinage de la frontière russe. Cette région est l'une des mieux connues parce que c'est l'une des plus faciles à étudier. Les zones y sont la continuation directe de celles de la Russie méridionale et les pédologues roumains ont pu se guider sur des travaux antérieurs.

2° De l'Est de la Munténie, région très bien étudiée au point de vue géographique et géologique, fertile et bien arrosée, d'une importance agricole considérable.

Nous n'avons pris, en dehors de ces deux régions que quatre séries d'échantillons:

à *Baia de Aramă*, dans une bande importante de Terra rossa située à l'Ouest.

à *Gavana-Miculești* et *Segarcea*, au centre de grandes étendues boisées.

au *Mont Ciucaș*, dans les Carpathes.

Dans certains cas, nous avons été guidé par des raisons particulières, ainsi à côté de l'échantillon de *Jugureni* nous en avons pris un autre (*Jugureni II*) à cause de la structure singulière du sol en cet endroit, due à sa formation directement sur du calcaire.

Nous avons donc effectué des prélèvements sur chaque zone. Nous n'en avons pas fait pour toutes le même nombre. Le nombre des échantillons a été proportionné d'abord à la complexité du sol, puis à son importance agricole, à sa fertilité, à sa culture.

Ainsi nous avons pris beaucoup plus d'échantillons de sols de steppes et de sols de forêts, qui couvrent la majeure partie de la surface de la Roumanie, que de tourbières, d'alluvions et de sols salants.

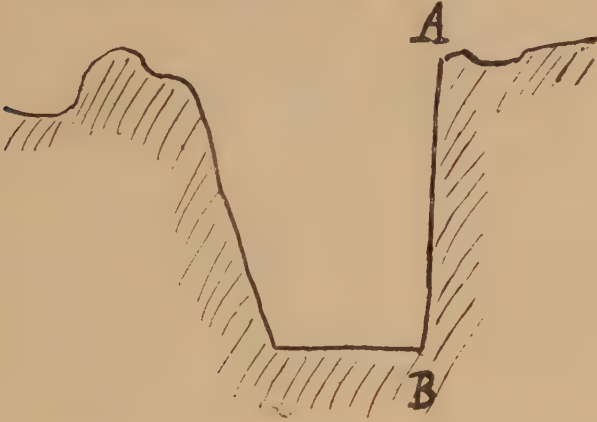
II. Prélèvement des échantillons

La plupart des échantillons nous ont été fournis sur notre demande par les agrogéologues de l'Institut géologique de Roumanie. Pour chaque localité, on a cherché à prélever la terre dans un véritable sol, c'est à dire assez loin des affleurements marneux ou calcaires.

L'emplacement choisi est d'abord défriché après étude préalable de la végétation pour pouvoir, le cas échéant, tenir compte des altérations produites par les plantes dans la structure du sol. On creuse ensuite un fossé assez large dont l'une des parois (A B sur la figure) est maintenue

verticale. C'est sur cette paroi qu'on effectue les prélèvements.

On se sert, pour cette opération de boîtes en bois, de forme parallélipédique. On refait s'il y a lieu au



dessous du premier un second, puis un troisième prélèvement, etc. jusqu'à ce qu'on soit arrivé à la roche-mère.

Il faut reconnaître la nature et la structure de cette roche-mère pour que l'étude du sol soit complète.

Pour six d'entre eux nous n'avons pu nous procurer toute la série comprise entre la surface et la roche-mère.

Ce sont les échantillons 6, 8, 9, 11, 12, 13.

Nous avons prélevé et traité 28 séries échantillons dont voici la liste :

I. Sols qui sont dus aux influences climatologiques

A. Sols de steppe sèche	a. Sol brun-clair	{ 1. Lac Rezi 2. Mégidia
	b. Sol chatain	{ 3. Rușetu 4. Domnița 5. Viziru 6. Ciulnița
B. Sols de steppe	a. Thernoziome véritable . . .	{ 7. Mileanca 8. Saveni 9. Ripiceni
	b. Tchernozïome chocolat	{ 10. Ghimpați 11. Gârbovi 12. Albești 13. Șipote
	c. Tchernozïome dégradé . . .	{ 14. Ceptura

C. Sols de forêt	a. Sol brun-rougeâtre ..	{ 15. Buftea 16. Segarcea
	b. Podzol	{ 17. Găvana-Miculești 18. Podeni-Noi 19. Suhârau
	c. Terra rossa	20. Baia-de-Aramă

II. Sols qui sont dus à l'influence de la roche-mère ou à d'autres influences locales.

A. Alluvions	{ 22. Namoloasa 23. Luciu 24. Rușetu 25. Lac-Rezi
B. Sols salants	{ 24. Rușetu 26. Movila-Miresei
C. Rendzines	{ 27. Jugureni I 28. " II

III. Préparation des échantillons

Chaque bande verticale représentant une série d'échantillon contient des portions appartenant à tous les horizons du sol. Voulant connaître la répartition du manganèse dans ces divers horizons nous avons divisé la bande en plusieurs parties situées à des profondeurs croissantes. Chacune de ces parties sera ultérieurement soumise à l'analyse.

La couche arable, en général, présente un intérêt particulier. Nous l'avons divisée en deux portions l'une de 0 à 15 cm., l'autre de 15 à 30 cm. que nous avons étudiées séparément.

Nous avons en général divisé le reste de l'échantillon en plusieurs portions de diverses épaisseurs jusqu'à la roche-mère.

Dans certains cas particuliers nous avons été conduite à considérer des plans horizontaux intéressants, comme le plan situé à 25 cm. de profondeur pour *Luciu* et *Podeni-Noi*. Chacune de ces portions une fois séparée a été finement pulvérisée dans un mortier d'agate et soumise à l'analyse chimique.

Nous avons trouvé intéressant pour quelques échantillons importants au point de vue agricole, de faire l'analyse chimique sur la terre fine. Les résultats de cette analyse sont contenus dans le tableau V.

Sur ces échantillons nous avons simplement passé la terre à travers un tamis à maille de 1 mm de côté. La terre fine ainsi obtenue a été très finement pulvérisée au mortier d'agate et soumise à l'analyse.

IV. Analyse physico-chimique.

Pour chaque échantillon nous avons fait précéder l'analyse chimique du manganèse d'une analyse physico-chimique du sol arable. Cette analyse a été faite sur la couche comprise entre la surface et une profondeur de 30 cm. Nous avons employé la méthode de *Schloesing* pour le dosage du sable insoluble dans les acides, de l'argile, du calcaire et de la matière noire. Les essais ont porté sur 10 grammes de terre fine préparée comme il vient d'être dit et desséchée.

Nous avons indiqué pour chaque échantillon, dans un tableau précédent celui de la répartition du manganèse, les résultats de l'analyse physico-chimique.

La proportion de sable varie entre 38,89% (*Jugureni I*) et 92% (*M^e Ciucas*).

La proportion de calcaire varie entre 0,03% (*Mt. Ciucas*) et 4,30% (*Namoloasa*).

Celle d'argile varie entre 2,6% (*M^e Ciucas*) et 51,61% (*Jugureni II*).

Celle de matière noire varie entre 0,4% (*Luciu*) et 15% (*Jugureni II*).

C'est à dire que la composition de ces sols est variée. Nous avons, en outre, pour chaque zone, étudié des sols reposant sur différentes roches-mères. Nous avons donc envisagé les sols sous un grand nombre d'aspects et de la manière la plus rationnelle à notre avis, pour établir dans l'état actuel des connaissances agrogéologiques en Roumanie, la répartition moyenne du manganèse dans les différents sols.

CHAPITRE II : Dosage du manganèse dans les sols

I. Méthode d'analyse employée.

A. Essais préliminaires.

Les essais préliminaires sur nos échantillons nous ayant toujours fourni une teneur en manganèse inférieure à 1‰, nous nous sommes arrêtée pour effectuer nos analyses, aux méthodes colorimétriques qui donnent dans ce cas de meilleurs résultats que les méthodes gravimétriques et volumétriques.

Toutes les méthodes colorimétriques employées pour le dosage du manganèse sont basées sur la transformation de sels manganeux en acide permanganique sous l'influence d'un oxydant. La coloration intense de l'acide permanganique, rose ou violette suivant la plus ou moins grande richesse en manganèse, permet de déceler un millionième ou un demi-millionième de manganèse à l'état de permanganate dissout dans 1 cm. d'eau ¹⁾. Au point de vue quantitatif, la transformation du manganèse en acide permanganique, pouvant être facilement réalisée d'une manière complète, permet de doser de très petites quantités de manganèse, de l'ordre du centième et même du millième de milligramme à 5‰ près.

Après avoir essayé successivement les méthodes suivantes :

- oxydation par le bioxyde de plomb, en milieu azotique ;
- » » » peroxyde de bismuth en solution azotique ;
- » » » persulfate d'ammonium en présence d'azotate d'argent ;
- » » » persulfate de potassium en présence d'azotate d'argent.

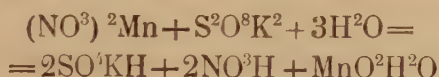
nous nous sommes finalement arrêtée à la méthode

1) G. Bertrand: Recherche et dosage de petites quantités de manganèse, en particulier dans les substances organiques-BI. Soc. chimique IX, 8, p. 362-

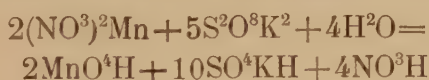
d'oxydation par le persulfate de potassium en présence d'azotate d'argent, qui nous a paru tout aussi sensible et beaucoup plus commode que les précédentes.

B. Méthode colorimétrique basée sur l'emploi du persulfate de potassium.

Le principe de cette méthode, découverte par *Marshall*, perfectionnée et mise au point par *Gab. Bertrand* ¹⁾, est le suivant: une solution neutre ou faiblement acide de sulfate ou d'azotate manganeux chauffée avec du persulfate de potassium laisse déposer tout son manganèse à l'état de bioxyde hydraté en flocons bruns.



Si avant de chauffer on ajoute au mélange un peu de nitrate d'argent, l'oxydation va plus loin et le manganèse se transforme en acide permanganique :



Cette réaction est due à l'action catalytique de l'azotate d'argent qui se transforme passagèrement, comme l'a vérifié *Gab. Bertrand*, en peroxyde Ag^2O^2 .

Il faut, pour que l'analyse soit correcte, que la transformation en acide permanganique soit totale. *Gab. Bertrand*, ayant complètement étudié la méthode, a indiqué les conditions les plus favorables à sa réussite: il faut opérer avec très peu d'argent, sur des solutions de manganèse très diluées, en présence d'un grand excès de réactif oxydant en milieu très acide. Ces précautions permettent d'obtenir une oxydation rapide et d'éviter complètement la précipitation du bioxyde de manganèse par action du permanganate formé sur le sel manganèse non encore oxydé.

1) *Gab. Bertrand*, loc. cit. pp. 366-36.

C. Manière dont les analyses ont été conduites.

Sur les conseils de Gab. Bertrand nous avons employé la méthode suivante :

Une partie du manganèse contenu dans les échantillons de sols soumis à l'analyse chimique peut être assimilée par les végétaux. C'est la partie soluble dans l'eau légèrement acidulée. Comme elle présente un intérêt particulier au point de vue biologique, nous l'avons dosée à part. Nous avons employé à cet effet une solution au centième d'acide acétique, cet acide étant le type biologique des acides faibles. Nous avons ensuite dosé le manganèse soluble dans l'acide chlorhydrique concentré et enfin le manganèse total.

a) *Séparation du manganèse soluble dans l'eau légèrement acidulée par l'acide acétique.*

La terre desséchée ayant été finement pulvérisée dans un mortier d'agate, on en met quelques décigrammes (environ 5) dans une éprouvette de grand diamètre et on ajoute, en chauffant continuellement, de l'acide acétique dilué au centième jusqu'à cessation d'effervescence. Le liquide est décanté sur le filtre. On épuise le résidu en le traitant 3 ou 4 fois à l'ébullition, par 5 à 10 cmc d'acide acétique à 1⁰/₁₀ et on filtre; on obtient ainsi une solution A et un résidu B insoluble dans l'acide acétique. La solution A est évaporée et calcinée pour détruire les dernières traces de matières organiques. On ajoute de l'acide chlorhydrique pour transformer les oxydes en chlorures de manganèse solubles, on évapore à sec, puis on ajoute de l'acide sulfurique pour déplacer le chlore. On évapore de nouveau à sec et on calcine avec précaution pour se débarrasser de l'excès d'acide sans décomposer les sulfates. On ajoute une solution d'acide azotique, de densité 1.33 diluée dans 3 fois son volume d'eau et on chauffe au bain marie. On a ainsi, en solution azotique, le manganèse soluble dans l'acide acétique à 1⁰/₁₀, prêt à être dosé.

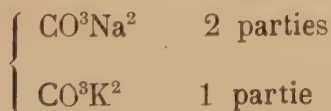
b) *Séparation du manganèse soluble dans l'acide chlorhydrique concentré.*

Le résidu B provenant de la séparation précédente est calciné, avec le filtre, jusqu'à disparition du résidu charbonneux. Après la calcination on ajoute de l'acide chlorhydrique concentré ; on chauffe, on décante le liquide et on épuise le résidu jusqu'à ce que le liquide décanté ne présente plus trace de manganèse. On recueille tous les liquides décantés et on évapore à sec, très lentement pour éviter les pertes de matière par projections. On ajoute un peu d'acide sulfurique étendu pour décomposer les chlorures ¹⁾ On évapore l'acide sulfurique en excès et on calcine sans dépasser le rouge sombre, pour éviter la formation de sesquioxyde de manganèse difficilement soluble dans l'acide azotique dilué. Les cendres sulfatées contiennent alors tout le manganèse à l'état soluble. On les dissout dans l'acide azotique de densité 1,33 étendu de 3 fois son volume d'eau. La solution contient alors, prêt à être dosé le manganèse soluble dans l'acide chlorhydrique concentré.

c) *Séparation de la totalité du manganèse.*

Les échantillons de sols sont soumis à une désagrégation au carbonate de sodium et au carbonate de potassium :

Quelques décigrammes de la terre finement pulvérisée dans un mortier d'agate sont mélangés dans un creuset de platine avec 6 parties du mélange suivant ;



On chauffe, le mélange fondu, jusqu'à transformation complète des silicates, et on laisse refroidir. Le creuset encore un peu chaud est mis dans un verre contenant de l'eau distillée. On ajoute goutte à goutte de l'acide chlorhy-

1) L'acide chlorhydrique réagit sur l'acide permanganique en donnant du chlore. La présence de chlorures gêne donc la transformation en milieu acide.

drique dilué jusqu'à cessation d'effervescence. On évapore la solution à siccité ; on reprend par l'acide chlorhydrique concentré, on évapore de nouveau, ect... 2 ou 3 fois pour transformer toute la silice hydratée en SiO_2 insoluble. On sépare cette silice par filtraion en ayant soin de bien laver le filtre à l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique pour dissoudre les dernières traces de manganèse qui pourraient être retenues par la silice.

La solution filtrée est évaporée à sec et traitée par l'acide sulfurique comme il a été dit en b).

d) *Dosage du manganèse dans la solution azotique.*

Les solutions provenant des séparations précédentes sont traitées de la même manière.

On amène la solution azotique dans un tube à essais jaugé au volume de 10cc au moyen des liquides acides de lavage (NO^3H de densité 1,33 étendu de 3 fois son volume d'eau). On ajoute 5 gouttes d'azotate d'argent au 1|10, 0 gr.1 au moins de persulfate de potassium en poudre et on chauffe doucement. Quand la teinte est arrivée à son maximum d'intensité, c'est à dire au bout de quelques minutes, on porte le liquide à l'ébullition pour décomposer l'excès de persulfate. Cette décomposition doit être totale pour que la couleur obtenue soit stable.

Game de comparaison. Une fois la coloration obtenue on la compare à celles d'une série de tubes témoins pareillement jaugés et préparés de la façon suivante :

On fait une solution mère en dissolvant 4gr.054 de sulfate de manganèse cristallisé à 4 molécules d'eau de cristallisation dans un litre du mélange :

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{NO}^3\text{H de densité 1,33} & \text{— 1 partie} \\ \text{eau distillée} & \text{— 2 parties} \end{array} \right.$$

On en fait deux dilutions au 1|10 et au 1|100 et on établit une échelle de tubes contenant 0milligr. 01, 0 milligr 02, ect... de manganèse.

Précision de la méthode. La méthode est d'une telle sensibilité, qu'on n'éprouve jamais d'incertitude sur la place que le tube contenant le manganèse à doser occupe dans la gamme. La précision atteint par suite 0,01 milligramme.

II. Résultats des analyses.

Les résultats des analyses effectuées sur les 28 séries d'échantillons que nous avons traités sont contenus dans les tableaux suivants. Nous avons indiqué la couleur et la nature du sol, la nature des différents horizons et leur aspect, la nature et la structure de la roche-mère. Nous avons également, quand il y a lieu, indiqué la présence de minerais, d'affleurements, etc.

Les différentes colonnes renferment :

La première, la profondeur où a été prélevé l'échantillon.

Les quatre suivantes, la teneur de 100 grammes de sol en manganèse :

1. soluble dans l'acide acétique, a
2. " " " chlorhydrique, b
3. le total des deux nombres précédents, $a+b$
4. la teneur en manganèse total, c

Les deux colonnes suivantes indiquent les rapports

$$\frac{a}{a+b} \times 100 \text{ et } \frac{a}{c} \times 100.$$

Enfin la dernière renseigne sur la nature de la roche mère.

Nous avons calculé et noté les rapports $\frac{a}{a+b}$, $\frac{a}{c}$ par suite de leur importance agricole. Ils donnent en effet des renseignements sur la proportion de manganèse contenu dans le sol qui peut être facilement assimilée par les plantes.

Précédant chaque tableau d'analyses chimiques, nous avons consigné, dans un second tableau, les résultats de l'analyse physico-chimique, par la méthode de Schloesing à laquelle nous avons soumis les sols arables. Ce tableau contient la proportion centésimale de sable, d'argile, de calcaire et de matière noire.

1. Sol brun-clair de steppe sèche.

Lac-Rézi.

A la surface et dans les couches voisines le sol est chatain clair, coloré par l'humus et les oxydes de fer. Il s'éclaircit au fur et à mesure qu'on descend en profondeur. Il est sablonneux et perméable; à 60 cm. on trouve la roche-mère, formée du sable de dune.

Le sol est cultivé et produit surtout des céréales. Il donne de bonnes productions quand les années sont pluvieuses.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	91.13	0.06	5.76	1.60

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble ds. ac. acétique 1% a	Soluble ds. ac. chlorhy- drique b.	(a + b)	TOTAL c (Désagrégation)	a a + b	a c	
0—15	0,0546	0,0473	0,0819	0,0944	66.54	57.83	Sable.
15—30	0,0440	0,0451	0,0891	0,0917	49.38	47.98	
30—45	0,0295	0,0548	0,0843	0,0988	34.99	29.84	
45—60	0,0386	0,0815	0,1201	0,1230	32.13	31.38	
60—80	0,0347	0,0344	0,0741	0,0768	46.82	45.18	
80—100	0,0284	0,0301	0,0535	0,0651	53.08	43.60	

2. Sol châtain de steppe sèche.

Megidia.

Le sol est châtain foncé à la surface, coloré par l'humus. Le sol arable est parsemé de gros trous creusés par les rats (crotovines en russe) et remplis de loess. Il est riche en carbonates. A partir de 30 cm. il s'éclaircit; le sous-sol est creusé par des crevasses. A 70 cm. on trouve la roche-mère: un loess sablonneux jaune-clair. Le sol est cultivé en céréales. Comme le précédent il donne de bonnes récoltes les années pluvieuses.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus ‰ gr. terre-fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	65,31	1,38	28,68	2,18

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble dans acide acétique a	Soluble dans acide chlorhydr. b	a+b	TOTAL c (Désagrégation)	a	a	
					a+b	c	
0—15	0,0213	0,0736	0,0949	0,1005	22.44	21.19	Loess.
15—30	0,0316	0,0993	0,1309	0,1384	24.14	22.80	
30—50	0,0262	0,0785	0,1047	0,1029	25.03	25.46	
50—70	0,0448	0,0829	0,1277	0,1596	35.68	28.07	
70—1m.	0,0399	0,0971	0,1370	0,1415	29.12	28.19	
1m.—120	0,0100	0,0579	0,0679	0,1069	14.72	9.35	
120—140	0,0197	0,0514	0,0711	0,0862	27.70	22.85	
140—160	0,0421	0,0623	0,1044	0,1104	40.32	38.13	
160—180	0,0105	0,0917	0,1022	0,1125	10.27	9.33	Loess.
180—2m.	0,0101	0,0597	0,0698	0,1041	14.46	9.70	

3. Sol châtain de steppe sèche.

Ruşeţu.

Le sol est châtain clair dans toute son épaisseur jusqu'à l'horizon de transition entre le sol et la roche-mère, qui est plus clair. Cet horizon de transition est sablonneux et grenu. Il contient des concrétions marneuses vers la base. À partir de 65—70 cm. les concrétions deviennent plus nombreuses et plus volumineuses.

La roche-mère est un loess très sablonneux et qui le devient de plus en plus à mesure qu'on descend.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	74.00	0.67	18 38	4.00

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble dans ac. acétique a	Soluble dans ac. chlorhydr. b	a + b	TOTAL c Désagrégation)	a	a	
					a + b	c	
0—15	0,0422	0,0904	0,1326	0,1765	31.82	23.96	Loes (sablonneux).
15—30	0,0619	0,0631	0,1250	0,1650	49 52	37 51	
30—50	0,0270	0,0946	0,1216	0,1420	22.20	12.00	
50—70	0,0187	0,0818	0.1005	0,1315	18.60	14.22	
70—1m.	0,0340	0,0591	0,0931	0,1344	36.51	25.37	
1m.—130	0.0594	0,0659	0,1253	0,1370	47.40	43.35	
130—160	0.0179	0.0625	0,0804	0,0905	22.26	19.76	
160—2m.	0,0272	0,0631	0,0803	0,1120	33.87	24.28	

4. Sol châtain de steppe sèche.

Domnița.

Le sol est châtain foncé : jusqu'à 60 cm. il est très sablonneux. A 60 cm. il commence à faire effervescence. Plus bas, la quantité de carbonates augmente, entre 60—100 cm. la richesse en carbonates est assez grande et la couleur plus claire. A partir de 160 cm. le sol devient plus compact et plus sablonneux.

La roche-mère est un loess sablonneux.

Le sol est cultivé en céréales et en légumineuses.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat-noire
0—50	77.35	0.73	15.00	4 00

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble ds. ac. acétique a.	Soluble ds. ac. chlorhydr. b.	(a+b)	TOTAL c (Désagré- gation)	a	a	
					a+b	c	
0—15	0,0381	0,0915	0,1296	0,1642	29.59	23.20	Loess (sablonneux)
15—30	0,0490	0,0588	0,1078	0,1250	45.45	39.20	
30—50	0,0127	0,0320	0,0647	0,1315	19.62	9.65	
50—70	0,0345	0,0862	0,1207	0,1453	28.58	23.74	
70—1m.	0,0104	0,0843	0,0947	0,1435	10.98	7.15	
1—125	0,0248	0,0694	0,0942	0,1185	26.32	20.92	
125—150	0,0322	0,0654	0,0976	0,1207	32.99	26.67	
150—2m.	0,0370	0,0670	0,1040	0,0981	35.57	37.71	

5. Sol châtain de steppe sèche.

Viziru.

Le sol est châtain à partir de la surface jusqu'à 45 cm. et de structure granuleuse. Il commence à faire effervescence à 35 cm. Entre 45—50 cm. sa coloration s'éclaircit et devient jaunâtre. On y rencontre des trous de vers et des efflorescences de carbonates et d'autres sels solubles.

Entre 80—160 cm. il devient châtain clair et présente des concrétions assez visibles. Entre 160—200 cm. se trouve la roche-mère formée de loess sablonneux sans concrétions.

Le sol est cultivé, fertile et produit des céréales et des légumineuses.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Éléments obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	42,30	1,42	49,81	2,70

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble ds. ac. acétique a.	Soluble ds. ac. chlor- hydrique b.	(a+b)	TOTAL c. (Désagrégation)	a.	a	
					a+b	c	
0—15	0,0043	0,1184	0,1227	0,1609	3.50	2.67	Loess
15—30	0.0302	0,1309	0,1611	0,1897	18.74	15.92	
30—50	0,0476	0,0795	0,1271	0,1600	37.45	29.75	
50—70	0,0149	0,1058	0,1207	0,1283	12.33	11.61	
70—90	0,0331	0,0551	0,0882	0,1155	37.52	28.65	
90—1m.	0,0339	0,0559	0,0898	0,1003	37.60	33.78	
100—130	0,0186	0,1155	0,1341	0,1119	13.87	16.62	
130—150	0,0314	0,1136	0,1350	0,1494	23.25	21.01	
150—170	0,0304	0,0871	0,1175	0,1187	25.87	25.44	Loess
170—2m.	0,0199	0,0795	0,0914	0,1282	20.67	15.44	

6. Sol châtain de steppe sèche.

Ciulnița.

Le sol est châtain clair. Le carbonate de calcium arrive presque jusqu'à la surface. Ce sol présente tous les caractères généraux des sols de steppes sèches.

Il est cultivé et produit des céréales et des légumineuses.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm	Elements obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	65.97	2.90	20.49	4.17

Dosage du manganèse

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble ds. ac. acétique a	Soluble ds. ac. chlorhy- drique b.	(a + b)	TOTAL c (Désagrégation)	$\frac{a}{a+b}$	$\frac{a}{c}$	
0—25	0.0635	0.0846	0.1481	0.1504	42.86	42.22	Loess.
25—50	0.0400	0.0407	0.0807	0.1007	49.54	39.72	
50—75	0.0338	0.0030	0.0368	0.0541	91.84	6.24	
75—100	0.0192	0.0415	0.0607	0.0950	31.63	20.21	

7. Tchernozioime noir.

Mileanea.

Le sol est noir jusqu'à 60 cm. Il est poreux, très fin, il renferme de nombreuses crotovinas et des grumeaux produits par les vers. A partir de 60 cm. il s'éclaircit avec ça et là des taches noires, traces de vers.

Entre 120—160 cm. on rencontre une marne jaunâtre avec des veines noires entrecoupées de veines blanches de calcaire.

A 120—160 cm. on rencontre la roche-mère : une marne sarmatique jaune renfermant des concrétions blanches de calcaire.

Le sol est bien cultivé, par assolements.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus ‰ gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	70,15	1,07	20,12	5,05

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse ‰ gr.				Rapport ‰ gr.		Roche mère
	Soluble ds. ac. acétique a	Soluble ds. ac. chlorhydr b	a+b	TOTAL c. (Désagrégation)	a	a	
					a+b	c	
0—15	0,0444	0,0889	0,1332	0,1396	33.33	31.80	Marne (sarmatique)
15—30	0,0308	0,0670	0,0978	0,1027	30.47	29.99	
30—50	0,0390	0,1146	0,1537	0,1561	25.44	24.98	
50—70	0,0319	0,0525	0,0874	0,1769	41.07	20.32	
70—1m.	0,0319	0,1122	0,1441	0,1741	22.13	12.57	
100—120	0,0374	0,0813	0,1187	0,1421	31.50	26.31	
120—140	0,0285	0,0789	0,1074	0,1507	26.53	18.91	Marne (sarmatique)
140—170	0,0620	0,1059	0,1661	0,2072	37.32	24.61	
170—2m.	0,0559	0,1160	0,1725	0,1861	32.40	30.03	

8. et 9. Tchernozïome noir.

8. Săveni. 9. Ripiceni.

Je n'ai pu me procurer d'échantillons allant jusqu'à la roche-mère. J'ai néanmoins étudié ces sols à cause de leur fertilité.

Leur couleur est noire, leur structure granuleuse, à partir de 30 cm. les concrétions calcaires commencent à apparaître et vont en augmentant avec la profondeur.

Sols fertiles, très cultivés.

8. Săveni.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus ‰ gr. terre fine			
	Sable	Argile	Calcaire	Mat. noire
0—30	64.00	25.84	1.10	7.00

Dosage du manganèse

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble ac. acétique. a.	Soluble ds. ac. clorhy- drique b.	a + b	TOTAL (Désagré- gation) c.			
					a a+b	a c	
0—20	0 0613	0,0387	0,1000	0,1421	61.30	43.13	Marne sarmatique
20—40	0,0447	0,0526	0,0073	0,1543	45.94	28.96	
100—125	0,0116	0,0771	0,0887	0,1479	13.07	7.84	

9. Ripiceni.

Analyse physico-chimique

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	49.90	1.91	38.78	9.18

Dosage du manganèse

Profondeur cm.	Teneur en manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère.
	Soluble ds. ac. acétique a.	Soluble ds. ac. chlorhydr. b.	a+b	Total (Désagrégation) c.			
					$\frac{a}{a+b}$	$\frac{a}{c}$	
0—25	0,0250	0.0696	0 0940	0,1500	26.32	16.67	Loeess argileux
25—38	0,0194	0,0750	0,0949	0,1673	20.96	11.59	
38—50	0,0120	0.0910	0.1030	0,1680	11.65	7.14	
60—70	0,0115	0.0957	0.1072	0,1253	10.72	9.17	

10. Tchernozioime chocolat.

Ghimpați.

Le sol arable est brun chocolat. De 20—40 cm. il devient plus granuleux et plus dur. À partir de 40 cm. il s'éclaircit, on rencontre des veines de carbonate de calcium et des croto vines entre 60—115 cm.

L'horizon de transition est parsemé de concrétions marneuses en partie cimentées par le calcaire, et de nombreux grumeaux produits par de gros vers.

À partir de 115 cm. on rencontre la roche-mère, formée de loess brun avec de petites concrétions de ferro-manganèse.

On y cultive les céréales et les légumineuses.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus ‰ gr. terre-fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0 — 30	59,22	1,74	33,00	4,13

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse ‰ gr.				Rapport ‰ gr.		Roche mère
	Soluble dans ac. acétique a	Soluble dans ac. chlorhydr. b	a+b	TOTAL ^c (Désagrégation)	a	a	
					a+b	c	
0—15	0,0646	0,0852	0,1408	0,1620	43.12	39 87	Loess.
15—30	0,0405	0,0851	0,1256	0,1278	32.24	31.69	
30—45	0,0312	0,0918	0,1230	0,1299	25 36	20.93	
45—60	0,0296	0,0914	0,1210	0,1533	24.64	19 30	
60—80	0,0159	0,0715	0,0874	0,1142	18.19	13.04	
80—1m.	0,0133	0,0597	0,0730	0,1137	18.24	11.69	
100—120	0,0243	0,0728	0,0971	0,1257	25.02	19 33	
120—140	0,0429	0,0894	0,1323	0,1331	32.42	32.23	
140—170	0,0388	0,0532	0,0920	0,1209	42 17	32.09	Loess.
170—2m.	0,0505	0,1050	0,1555	0,1611	32.47	31.34	

11.—12.—13. Tchernoziome chocolat.

11. Gârbovi. 12. Albești, 13. Șipote.

Ici encore je n'ai pu me procurer un échantillon jusqu'à la roche mère. J'ai cependant étudié ces terrains pour les mêmes raisons invoquées à la page 57 (No. 8 et 9).

Le sol arable est de couleur brun-chocolat, très friable. Il s'éclaircit à partir de 30-40 cm. et commence à présenter des veines de carbonate de calcium.

Ces sols sont fertiles. On cultive des céréales et des légumineuses à Gârbovi et Albești.

Șipote est couvert de pâturages.

11. Gârbovi.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	65.84	0.84	23.74	8.5

Dosage du manganèse

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble ds. ac. acétique a.	Soluble dans ac. clorh. b.	a + b	TOTAL c. (Désagrégation).			
					$\frac{a}{a+b}$	$\frac{a}{c}$	
0—20	0.0110	0.0505	0.0615	0.1282	17.88	8.58	Loess.
20—40	0.0150	0.0820	0.0974	0.1810	15.40	7.14	
85—95	0.0041	0.0668	0.0709	0.1560	56.46	2.62	
110—120	0.0123	0.0603	0.0726	0.1590	16.94	8.85	

12. Albești.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30 cm.	65.00	1.12	26.86	6.1

Dosage du manganèse.

Profondeur	Teneur en Manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble dans ac. acétique a	Soluble dans ac. chlorhydr. b	a+b	TOTAL c (Désagré- gation)	a	a	
					a+b	c	
0—20	0.0215	0.0730	0.0945	0.1615	21.69	13.31	Loess
20—40	0.0200	0.0620	0.0820	0.1248	24.39	16.02	
50—65	0.0613	0.0910	0.1523	0.1615	40.24	37.95	

13. Șipote.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	62.52	2.17	24.96	9.11

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble dans ac. acétique a	Soluble dans ac. chlorhydr b	a+b	TOTAL c (Désagrégation)	a	a	
					a+b	c	
0—12	0.0227	0.0756	0.0983	0.1402	23.09	16.19	Loess.
12—25	0.0458	0.0710	0.1168	0.1557	39.21	29.45	
25—35	0.0149	0.0593	0.0742	0.0971	20.08	15.33	
35—50	0.0226	0.0565	0.0791	0.1002	28.57	22.55	

14. Tchernozioime dégradé.

Geptura.

Le sol arable jusqu'à 15 cm. est brun rougeâtre, il s'éclaircit ensuite et prend une structure granuleuse à cro-tovinnas.

De 35—60 cm. il est compact, très argileux et humide, avec de nombreuses traces de vers. À partir de 60 cm. il devient plus rouge. À 95 cm. l'effervescence commence, le sol devient poreux. Les concrétions calcaires apparaissent et se continuent jusqu'à 160 cm. où elles sont très denses. L'horizon de transition de 160—200 cm. est de couleur rouge brique et contient des concrétions mar-neuses.

La roche-mère est du loess.

On y cultive la vigne et le maïs.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre-fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	55.05	1.13	39.56	3.02

Dosage du manganèse

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr.				RAPPORT % gr.		Roche mère
	Soluble dans acide acétique a	Soluble dans acide chlorhydr. b	a + b	TOTAL c (Désagrégation)	$\frac{a}{a+b}$	$\frac{a}{c}$	
0—15	0,0485	0,0742	0,1227	0,1242	39.51	39.04	Loess.
15—30	0,0486	0,0822	0,1308	0,1325	37.15	36.71	
30—50	0,0375	0,0877	0,1252	0,1637	29.95	22.29	
50—70	0,0259	0,1136	0,1395	0,1657	18.42	15.63	
70—1m.	0,0190	0,0665	0,0855	0,1261	22.22	15.06	
1m —130	0,0085	0,0864	0,0949	0,1256	8.95	67.67	
130—160	0,0176	0,0699	0,0875	0,1119	20.11	15.90	
160—2m.	0,0112	0,0721	0,0833	0,1091	13.44	10.26	

15. Sol brun-rougeâtre de forêt.

Buftea.

Le sol est argileux et granuleux à la surface, de couleur brun-rougeâtre. Entre 40 et 80 cm. il devient poreux et renferme des concrétions ferrugineuses. De 80 à 165 cm. il redevient compact et argileux. Sa couleur rouge s'accroît. Il contient beaucoup de fer.

De 165—210 cm. sa couleur fonce. Des veines blanches de carbonate de calcium apparaissent et vont en s'accroissant jusqu'à 300 cm.

Le roche-mère est du loess.

Ce sol n'a presque pas été cultivé. Il n'a produit qu'une récolte après avoir été défriché

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	60,28	0,89	28,12	4,59

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble ds. ac. acétique a	Soluble ds. ac. chorhy- drique b	a+b	TOTAL c (Désagrégation)	a a+b	a c	
0—15	0,0494	0,0911	0,1405	0,1665	35.16	29.66	Loess.
15—30	0.0272	0.0843	0.1115	0,1936	24.39	14.04	
30—50	0,0308	0,0923	0,1231	0,1856	25.02	16.05	
50—70	0,0443	0.0268	0,1711	0,1961	25.89	22.02	
70—1m.	0,0548	0,0703	0,1251	0,1714	43.80	31.97	
1m.—130	0,0181	0,1272	0,1453	0,129	12.38	13.62	
130—160	0,0380	0,1026	0,1406	0,1992	27.02	19.04	
160—2m.	0,0250	0,1127	0,1377	0,1511	18.15	16.54	
2m.—230	0,0321	0,0685	0,1006	0,1461	31.90	21.97	
230—260	0,0216	0,0971	0,1187	0,1258	18.09	17.17	
260—3m.	0,0415	0.0515	0,0930	0,1542	44.62	26.91	

16. Sol brun-rougeâtre de forêt.

Segareea.

Le sol a l'aspect d'un tchernoziome fortement dégradé. Il est de couleur très foncée et paraît noir lorsqu'il est humide. Jusqu'à 50 cm. il est argileux et très fin, de structure granuleuse. Il renferme de nombreuses traces de vers.

A partir de 50 cm. la structure devient plus compacte, la terre se sépare en grosses mottes argileuses dures et de couleur rougeâtre. Cette couleur s'accroît fortement à 160 cm. où l'on voit apparaître des composés de fer.

À 210 cm. la terre devient sablonneuse et friable, on la pulvérise facilement. Elle produit une forte effervescence. Des concrétions calcaires et marneuses envahissent l'horizon de transition jusqu'à la roche-mère formée de loess. On trouve de l'eau à 14 m.

Ce terrain n'est pas cultivé.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre-fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	60,68	32,48	1,19	3,00

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble ds. ac. acétique a.	Soluble ds. ac. chlor- hydr. b.	a+b	TOTAL c. (Désagrégation)	a a+b	a c	
0—15	0,0707	0,0707	0,1414	0,1442	50 00	49.02	Loess.
15—30	0,0306	0,0873	0,1179	0,1208	25.95	25.35	
30—50	0,0310	0,0723	0,1033	0,1556	30 00	19.92	
50—70	0,0194	0,0873	0 1067	0,1760	18.18	11.02	
70—1m.	0,0271	0,1084	0,1355	0,1470	20.00	18.43	
1m.—130	0,0243	0,0730	0,0973	0,1459	24 97	16.65	
130—160	0,0162	0,0973	0,1135	0,1227	14.27	13.20	
160—2m.	0,0095	0,0955	0,1040	0.1734	9.13	5.47	
2m.—250	0,0241	0,0723	0,0964	0,1224	25.00	19.68	
250—3m.	0,0257	0,1026	0,1283	0,1397	20.03	18.39	

17. Podzol (Sol de forêt).

Căvana-Micleuști.

Jusqu'à 50 cm. le sol est jaune sale et pulvérulent. Entre 50 et 80 cm. on trouve un horizon rougeâtre, humide, plus compacte et plus argileux. Cette région contient de l'alumine et du sesquioxyde de fer. A partir de 70 cm., l'horizon rouge se continue dans un banc de gravier.

A 150 cm. l'horizon devient jaune foncé, le gravier disparaît et la roche-mère est un sable avec beaucoup d'argile.

On cultive sur ce terrain des arbres fruitiers et du maïs.

Analyse physique-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	89,81	0,14	9,00	0,5

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble ds. ac. acétique a.	Soluble ds. ac. chlorhyd. b.	a+b	TOTAL c. (Désagrégation).	$\frac{a}{a+b}$	$\frac{a}{c}$	
0—15	0,0307	0,0634	0,0934	0,1122	32.86	26.38	Gravier.
15—30	0,0176	0,1186	0,1362	0,1463	12.92	12.03	
30—50	0,0110	0,0780	0,0890	0,1201	12.34	9.15	
50—75	0,0106	0,0864	0,0970	0,1102	10.92	9.52	
80—1m.	0,0126	0,1271	0,1397	0,1538	9.01	8.19	
195—2m.	0,0128	0,1016	0,1144	0,1277	11.17	10.02	

18. Podzol.

Podeniî Noi.

Le sol est formé d'un fin dépôt de marne sablonneuse. À la surface il est gris foncé à cause de l'humus. Il devient de plus en plus clair avec des taches rougeâtres de fer, pulvérulent et riche en silice.

De 23 à 50 cm. on rencontre de nombreuses taches de fer et des bobovinnas.

De 50 à 120 cm. c'est l'horizon de transition. Les concrétions disparaissent, la couleur rouge s'accroît. A 60 cm. le sol est extrêmement compact.

A 120 cm. il devient friable et on trouve la roche-mère formée de marne.

À 150 cm. il s'est transformé et devenu riche en argile, il est tellement compact qu'on ne peut plus continuer les sondages.

Le sol est boisé.

Analyse physico-chimique

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre-fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	78,00	0,34	13,13	1,5

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble ds. ac. acétique a	Solube ds. ac. chlohydr. b	a+b	TOTAL c (Désagrégation)			
					$\frac{a}{a+b}$	$\frac{a}{c}$	
0—25	0,0193	0,1539	0,1632	0,2070	11.82	9.32	Marne
25—45	0,0450	0,1871	0,2321	0,2334	19.38	19.28	
45—70	0,0127	0,0765	0,0892	0,1090	14.23	19.65	
70—1m.	0,0140	0,0705	0,0845	0,0922	16.56	15.18	
130—140	0,0182	0,1122	0,1234	0,1346	14.74	13.52	
150	0,0195	0,0975	0,1170	0,1560	16.66	12.50	

19. Podzol.

Suhărău.

Le sol à la surface est brun foncé, riche en humus. Il s'éclaircit jusqu'à 20 cm. où il est gris cendré, pulvérulent, poreux et même il présente de petites bobovines de 1 m/m. de diamètre environ. Ces bobovines se poursuivent jusqu'à 40 cm. Les crevasses et les trous de vers renferment une poussière silicieuse blanche.

A partir de 40 cm. le sol devient jaune rougeâtre, plus compact, tacheté de rouge et de noir dans toute la masse. Les bobovines deviennent plus rares et disparaissent à 135 cm.

A 135 cm. on a un horizon de transition riche en carbonates. La marne y est claire poreuse et traversée par un réseau de veines blanches de calcaire. Les crevasses sont remplies de chaux concrétionnée.

Après 230 cm. on rencontre une couche mince de marne et sable. Sol boisé.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	83.74	0.19	12,60	1,00

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble ds. ac. acétique a.	Soluble ds. ac. chlor- hydr. b.	a + b	TOTAL c (Désagrégation)	a	a	
					a + b	c	
0—15	0,0956	0,0729	0,1685	0,1968	56.67	48.58	Marne.
15—30	0,0910	0,0921	0,1831	0,2479	49.68	36.70	
30—50	0,0460	0,0930	0,1390	0,1710	33.09	26.90	
50—70	0,0204	0,0725	0,0929	0,1008	22.17	20.23	
70—1m.	0,0252	0,0680	0,0932	0,1459	27.03	17.27	
1m.—130	0,0189	0,0764	0,0953	0,1833	19.83	10.31	
130—160	0,0300	0,0480	0,0780	0,1254	38.71	23.83	
160—2m.	0,0464	0,0566	0,1030	0,1207	45.04	38.50	
2m.—230	0,0918	0,0302	0,1220	0,2267	75.24	40.49	
230—260	0,0562	0,0461	0,1023	0,1327	54.93	42.35	
260—3m.	0,0460	0,0460	0,0920	0,1756	50.00	26.19	

20. Terra rossa.

Baia de Aramă.

Le sol est en dépression sur les clines de couches de calcaire jurassique.

À la surface il est fauve, coloré par les oxydes de fer.

Au fur et à mesure que la profondeur augmente, on rencontre des tâches noires qui indiquent la présence du fer et du manganèse.

La roche-mère est formée de calcaire.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	74,50	0,22	22,77	0,7

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble dans acide acétique a	Soluble dans acide chlorhydr. b	a + b	TOTAL c (Désagrégation)	a	a	
					a + b	c	
0—15	0,0415	0,2789	0,3204	0,3784	12.92	10.96	Calcaire
15—30	0,0307	0,2537	0,2844	0,3059	10.44	10.03	
30—50	0,0289	0,1842	0,2131	0,2229	13.09	12.96	
50—70	0,0361	0,2084	0,2445	0,2438	14.68	14.80	
70—1m.	0,0464	0,2334	0,2798	0,2800	16.58	16.57	
1m.—2m.	0,0392	0,2737	0,3129	0,3363	12.52	11.65	

21. Sol de montagne.

Mont Ciucaș.

Le sol s'est formé sur des grès et présente une couche végétale de 3—4 cm. d'épaisseur.

Il n'est pas cultivé.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus ‰ gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	92.00	0.03	2.6	4.1

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en Manganese % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble ac. acétique a.	Soluble ds ac. chlorhydr. b.	a+b	TOTAL c. (Désagrégation).			
					$\frac{a}{a+b}$	$\frac{a}{c}$	
0—16	0,0031	0,0026	0,0057	0,0061	54.38	50.81	Grès.
16—20	0,0213	0,0185	0,0398	0,0468	53.51	45.51	

22. Alluvions.

Nămoloasa

Ce sol est formé d'alluvions de la vallée de Siret, un peu altérées par la végétation.

Jusqu'à 50 cm. il est gris jaunâtre et de structure granuleuse.

À partir de 55 cm. on rencontre du sable qui forme la roche mère.

On y cultive des céréales.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	61,30	4,30	28,88	2,78

Dosage du manganèse

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse $\frac{\text{o}}{\text{gr.}}$				Rapport $\frac{\text{o}}{\text{gr.}}$		Roche mère
	Soluble ds. ac. acétique a	Soluble ds. ac. chlorhydr. b	a + b	TOTAL c (Désagrégation)	$\frac{a}{a+b}$	$\frac{a}{c}$	
0—20	0,0699	0,1065	0,1764	0,2028	57.13	52.51	Sable (alluvionnaire)
45—52	0,0568	0,0909	0,1477	0,1580	38.52	35.91	
58—60	0,0590	0,0687	0,1277	0,1355	40.09	42.80	

23. Alluvions.

Luceiu.

Le sol est formé d'alluvions argileuses de la vallée du Danube. Jusqu'à 25 cm. sa couleur est gris cendré. A partir de 25 cm. il devient de plus en plus argileux avec des veines ferrugineuses. La roche-mère est la marne.

A 40 cm., au dessous de la roche mère, on trouve une marne gris jaunâtre, sans concrétions, avec des taches ferrugineuses plus colorées, ce qui se produit souvent dans les sous-sols alluvionnaires.

On y cultive des céréales quand les crues du Danube le fertilisent.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus ‰ gr. terre-fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	68,40	2,04	19,21	0,4

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en manganèse ‰ gr.				Rapport ‰ gr.		Roche-mère
	Soluble ds. ac. acétique a	Soluble ds. ac. chlor- hydr. b	a+b	TOTAL c (Désagré- gation)	a a+b	a c	
0—18	0,0608	0,0901	0,1509	0,1642	40,29	36,41	Marne.
18—25	0,0548	0,0655	0,1203	0,1317	44,72	41,65	
25—38	0,0502	0,0402	0,0904	0,1225	55,53	40,89	
38—50	0,0577	0,0695	0,1272	0,1541	45,36	37,44	

24. Sol salant.

R u ș e ț u.

À la surface, le sol est brun-noir, très argileux et parsemé de quelques veines blanches de sel.

De 12—70 cm. il devient gris foncé, compact argileux et dur, il produit une légère effervescence. Vers 70 cm. sa couleur a passé au blanc jaunâtre.

A 70 cm. les veines de sel disparaissent. On a une marne argileuse grisâtre, très concrétionnée, fortement calcaire, qui forme la roche-mère.

À 150 cm. on trouve l'eau.

Le sol n'est pas cultivé.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noir
0—30	40,00	2,74	54,00	2.1

Dosage du manganèse

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble ds. ac. acétique a	Soluble ds. ac. chlorhydr. b	a+b	TOTAL c (Désagrégation)	$\frac{a}{a+b}$	$\frac{a}{c}$	
0—15	0,0383	0,0780	0,1163	0,1631	32.92	23.48	Marne.
15—30	0,0335	0,0551	0,0886	0,1089	37,81	30.98	
30—50	0,0301	0,0652	0,0953	0,1081	31.58	27.64	
50—70	0,0667	0,1197	0,1864	0,2070	35.78	32.26	
70—1m.	0,0405	0,1159	0,1564	0,2097	25.25	19.31	

25. Alluvions.

Lac-Rézi.

Le sol est formé sur des marnes alluvionnaires de la vallée de Călmățui. Sa couleur fonce de plus en plus jusqu'à l'horizon de transition à 70 cm. où il devient noirâtre, argileux, compact et dur.

Entre 100—115 cm. il s'éclaircit. On y trouve de nombreuses traces de vers. De 110 à 160 cm. se trouve une marne brune avec quelques concrétions blanches et des cristaux de gypse.

A 160 cm. commence la roche-mère, une marne brun-clair.

Le sol n'est pas cultivé.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus ‰ gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	49,50	1,55	41,88	8,43

Dosage du manganèse

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr				Rapport		Roche mère
	Soluble dans ac. acétique a	Soluble ds. ac. chlorhydr b	a+b	TOTAL c (Désagrégation)	% gr.		
					$\frac{a}{a+b}$	$\frac{a}{c}$	
0—15	0,0404	0,1030	0,1434	0,1835	28.17	22.01	Marne (alluvionnaire).
15—30	0,0260	0,1529	0,1789	0,1706	14.53	15.24	
30—50	0,0288	0,1153	0,1441	0,1511	19.98	19.06	
50—1m.	0,0298	0,1499	0,1797	0,1857	16.58	16.04	
1m.—150	0,0415	0,0831	0,1246	0,1661	33.30	24.91	
150—2m.	0,0412	0,1021	0,1433	0,1978	28.67	20.82	

26. Sol salant.

Movila-Miresei.

Le sol est formé sur un loes altéré, et il est recouvert d'eau pendant le printemps, jusqu'au mois de mai. Cette eau s'évapore ensuite et laisse une couche de 3—6 cm. de sable siliceux blanc, riche en sels solubles. Au dessous de cette couche se trouve une région brun-noirâtre, riche en humus, qui contient des crevasses remplies de sable blanc. A partir de 50 cm. le sol devient jaune-cendré et renferme de nombreuses concrétions blanches de calcaire et des traces de gypse.

A 100 cm. il est boueux, et à 120 cm. on tombe sur une nappe d'eau dans une couche de loes sablonneux. Le sol n'est pas cultivé.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	65,67	1,55	24,87	8,43

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble dans ac. acétique a	Soluble dans ac. chlorhydr b	a + b	TOTAL c	$\frac{a}{a+b}$	$\frac{a}{c}$	
				(Désagré- gation)			
0—15	0,0456	0,0997	0,1450	0,1777	31.45	25.66	Loess
15—30	0,0326	0,0714	0,1040	0,1642	31.34	19.85	
30—50	0,0364	0,1211	0,1575	0,1893	23.11	19.22	
50—70	0,0479	0,0479	0,0958	0,1049	50.00	45.66	
70—1 m.	0,0350	0,0610	0,0960	0,1162	36.45	30.12	

27. Rendzine (sol de forêt).

Jugureni I.

Le sol est très argileux jusqu'à 20 cm. Il est noir avec des concrétions rouges de limonite.

À partir de 20 cm. on trouve des traces de vers, dans une marne jaune-grisâtre altérée; des concrétions blanches de calcaire friable apparaissent. Puis le sol devient ferrugineux, parsemé de taches et de veines noires. Les crevasses remplies de concrétions calcaires se multiplient. Le calcaire affleure en quelques points à la surface, mais l'effervescence est surtout forte à mesure qu'on descend.

À partir de 120 cm. les concrétions deviennent plus rares, la marne plus homogène (roche-mère), puis on rencontre des couches alternées d'argile et du sable.

Le sol produit des céréales.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. terre fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Matière noire
0—30	39,89	4,20	51,61	2,50

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en Manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble dans ac. acétique a	Soluble dans ac. chlorhydr b	a + b	TOTAL c (Désagré- gation	a	a	
					a + b	c	
0—15	0,0378	0,1893	0,2271	0,2574	16.60	14.68	Calcaire.
15—30	0,0424	0,2387	0,2811	0,2867	15.08	14.78	
30—50	0,0286	0,1714	0,2000	0,2365	14.30	12.09	
50—70	0,0458	0,1528	0,1986	0,2150	23.01	21.30	
70—1 m.	0,0385	0,3302	0,3687	0,3960	10.44	9.72	
1m.—130	0,0322	0,2145	0,2467	0,2675	13.05	12.03	
130—160	0,0410	0,1771	0,2181	0,2378	18.79	17.24	
160—2m.	0,0314	0,1568	0,1882	0,1955	16.68	16.06	

28. Rendzine (Sol de forêt).

Jugureni II.

Le sol est le type de Rendzine. Il est formé d'une couche de 15 cm. reposant sur du calcaire sarmatique.

Il n'est pas cultivé.

Analyse physico-chimique.

Profondeur cm.	Elements obtenus % gr. tere fine			
	Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
0—30	54,15	3,60	21,56	15,00

Dosage du manganèse.

Profondeur cm.	Teneur en manganèse % gr.				Rapport % gr.		Roche mère
	Soluble ds. ac. acétique a	Soluble ds. ac. chlor- hydr. b	a+b	TOTAL c (Désagrégation)			
					$\frac{a}{a+b}$	$\frac{a}{c}$	
0—15	0,1217	0,1918	0,3135	0,2235	10.16	9.70	Calcaire
Calcaire	0,1026	0,0331	0,1357	0,1621	75.60	63.29	

Observations et commentaires des résultats qui précèdent.

Nous avons groupé les résultats de nos analyses, d'après la classification adoptée au début de ce travail, dans quatre tableaux et cinq graphiques relatifs à chacune des quatre principales catégories de sols. Ces graphiques indiquent la teneur du sol en manganèse sous ses diverses formes en fonction de la profondeur. Ils contiennent donc tous les résultats que nous avons obtenus.

I. Sols de steppes sèches.

La teneur en manganèse varie entre 0,0651 ‰ (*Lac Rési*) et 0,1897 ‰ (*Vixiru*). Elle est donc faible. L'échantillon *Lac Rési* est, de ceux que j'ai traités, celui qui contient en moyenne le moins de manganèse.

La répartition y est plus irrégulière que dans les autres terrains. On peut expliquer cette irrégularité en remarquant que les sols de steppes sèches sont jeunes, et que le métal n'a pas pu s'y fixer encore d'une façon définitive. En général, la teneur en manganèse diminue depuis la surface jusqu'à une profondeur de 20 à 30 cm., augmente après pour diminuer ensuite jusqu'à la roche mère qui est plus pauvre que le sol arable. Ce fait semble prouver qu'à l'origine le manganèse était dans le loess

à l'état soluble (sulfate, carbonate). Les pluies ont facilement dissous ces sels solubles. L'évaporation rapide dans ces régions, entraînant presque jusqu'à la surface les liquides contenus dans le sol, le manganèse se sera déposé principalement dans la couche superficielle. Pour les échantillons *Ruşeţu*, *Domnitza*, la teneur en manganèse décroît de la surface à la roche-mère. Pour l'échantillon *Medjidia*, on trouve sensiblement la même teneur en manganèse à la surface et dans la roche-mère.

Ces variations quantitatives ne se font pas d'une manière continue. On remarque çà et là des «*points de concentration*» où la teneur en manganèse est plus forte que dans les couches voisines. Ces points de concentration coïncident presque toujours avec des concrétions ou des veines calcaires. Par exemple : *Medjidia* à 20—25 cm. et à 60 cm. *Domnitza* à 20—25 cm., *Viziru* à 135—140 cm.

Tous les sols de steppes sèches étudiés ont été pris à l'Est de la Munténie.

Ils sont formés de loess; le loess serait par suite plus pauvre en manganèse dans cette région que dans le reste de la Roumanie.

II. Alluvions.

La teneur en manganèse varie entre 0,1089⁰/₁₀ (*Ruşeţu*) et 0,2097⁰/₁₀ (*Ruşeţu*). Elle est moyenne. Les sols alluvionnaires sont en général plus riches en manganèse que les sols de steppe sèche.

En général la teneur en manganèse diminue depuis la surface jusqu'à une profondeur de 30 à 40 centimètres, pour croître ensuite jusqu'à la roche-mère où elle est plus forte que dans le sol arable.

Pour l'échantillon *Ruşeţu*, où l'horizon de transition est calcaire, la teneur croît rapidement à partir de 40 cm.

Pour l'échantillon *Namoloasa*, la teneur diminue constamment jusqu'à la roche mère, qui est un sable lévigné, probablement vite débarrassé de ses sels solubles par l'action des eaux.

Les échantillons *Lac-Rézi* et *Luciu* présentent des points de concentration au voisinage de couches riches en fer, ce qui est naturel puisque le manganèse accompagne toujours le fer.

Le manganèse facilement assimilable, se trouve en grande quantité dans les alluvions. L'échantillon *Namoloasa* est (de tous ceux que j'ai traités) le plus riche en manganèse soluble dans l'acide acétique. Sa teneur moyenne est 0,0652 entre 0 et 100 cm. Le sol de *Luciu* est également très riche: 0,0557 entre 0 et 100 cm. Ces quantités représentent 38 à 40% du manganèse total contenu dans la même épaisseur de terrain.

III. Tchernozïomes.

Pour ne pas compliquer le graphique, nous n'y avons fait figurer que les sols dont nous avons pu pousser l'étude jusqu'à la roche mère. Les autres donnent néanmoins lieu à des observations intéressantes sur lesquelles nous reviendrons.

La teneur en manganèse varie entre 0,0971% (*Sipote*) et 0,2072% (*Mileanca*). Elle est très variable; à côté de tchernozïomes pauvres, comme *Sipote*, qui vient parmi les derniers échantillons au point de vue de sa richesse, on trouve des tchernozïomes assez riches, comme *Gârbovi*, *Ripiceni*. En général la teneur en manganèse diminue depuis la surface jusqu'à une profondeur de 20 à 30 cm. où elle est minima pour les échantillons *Mileanca* et *Ruşetu*.

A partir de cette profondeur, la répartition est irrégulière. On rencontre de nombreux points de concentration:

Mileanca à 160 cm. au voisinage de concrétions calcaires.

Ruşetu dans la roche-mère, où il y a un horizon calcaire.

Ghimpati à 45 cm., au voisinage de veines calcaires.

Movila-Miresei à 40 cm. au voisinage de concrétions calcaires.

Lorsque l'échantillon contient des concrétions ferro-manganésifères ou bobovines, on constate naturellement à cet endroit un point de concentration, par exemple pour le *Ghimpati* à 60 cm. On constate en général une teneur en manganèse plus grande dans la roche-mère que dans le sol arable, ce qui est essentiellement différent de la répartition du manganèse dans les sols de steppes sèches pour lesquels la teneur est plus forte à la surface. On peut supposer que le manganèse se trouve sous forme moins soluble dans la roche mère des sols de steppes que dans les loess de steppes sèches (à l'état de bioxyde anhydre ou hydraté).

Pour l'échantillon *Movila Miresei*, qui est un sol salant sur tchernoziome, on constate que la teneur décroît continuellement depuis la surface jusqu'à la roche-mère, à l'exception du point de concentration à 40 cm. dont j'ai parlé plus haut.

Les sols de steppes sèches, *Rusetu* et *Domnitza* présentent, pour la teneur en manganèse, au voisinage de la surface, les mêmes caractères que les tchernoziomes. Ce sont probablement des sols de transition entre la steppe sèche et la steppe; ils sont peut-être en train de se transformer en tchernoziomes sous l'influence de la végétation.

J'ai déjà signalé la pauvreté en manganèse des tchernoziomes russes. Les tchernoziomes roumains sont également pauvres pour la plupart. J'ai classé mes échantillons d'après la teneur en manganèse total, et d'après leur teneur en manganèse soluble dans l'acide acétique. J'ai fait figurer dans cette liste l'échantillon de tchernoziome dégradé *Ceptura* qui est cultivé, et j'ai supprimé l'échantillon *Saveni* pour lequel il me manquait plusieurs horizons.

Les nombres suivants représentent la quantité moyenne de manganèse contenue dans 10.000 parties de terre entre 0 et 100 cm. de profondeur :

	Manganèse soluble dans l'acide acétique		Manganèse total
Movila Miresei	395	Gârbovi	1560
Mileanca	362	Ripiceni	1526
Ceptura	359	Movila Miresei	1504
Albești	342	Mileanca	1493
Sipote	265	Albești	1402
Ripiceni	169	Ceptura	1475
Gârbovi	106	Sipote	1232

IV. Sols de forêts.

La teneur en manganèse varie de 0,0922 ‰ (*Podeni Noi*) à 0,3960 ‰ (*Jugureni*). Les sols de forêts sont les plus riches en manganèse. L'échantillon *Jugureni* contient le rapport le plus élevé que j'aie rencontré dans mes analyses. L'échantillon *Baia de Aramă* contient la plus forte teneur moyenne entre 0 et 100 cm. de profondeur (0,2862 ‰). Si on classe les sols roumains d'après leur teneur en manganèse, les sols de forêts se placent aux premiers rangs, sauf l'échantillon *Gavana Miculești* qui fait un peu exception, étant formé sur gravier.

En général la proportion de manganèse croît depuis la surface jusqu'à 20 ou 30 cm. pour diminuer ensuite presque continuellement jusqu'à la roche-mère, qui contient moins de manganèse que le sol arable.

Le sous-sol et la roche-mère présentent plusieurs points de concentration :

Ceptura à 60 cm. au voisinage de concrétions de carbonate de calcium. *Buftea* vers 145 cm. au voisinage de veines calcaires blanches. *Suharău* vers 215 cm., dans un horizon très riche en calcaire. *Jugureni* II vers 80 cm. présente un horizon extrêmement riche en manganèse et en concrétions blanches.

Il y a également des points de concentration correspondant à des bobovines dans le *Suhărău* et dans le *Podeni Noi* par exemple.

L'échantillon *Segarcea* s'appauvrit en manganèse depuis la surface jusqu'à une profondeur de 20 cm. Cette singularité s'explique si on remarque qu'en réalité ce sol est un tchernoziome dégradé à un état fort avancé.

Sauf pour l'échantillon *Suhărău*, dont tous les horizons sont riches en manganèse facilement assimilable, soluble dans l'acide acétique, les sols sur loess ou sur sable sont plus riches, dans leur couche arable, que les sols sur marne ou sur calcaire.

Pour l'échantillon *Ceptura*, 38 % du manganèse total du sol arable sont solubles dans l'acide acétique, 21,85 % pour *Bufta* et 37,17 % pour *Segarcea*. Ces trois sols sur loess. Au contraire *Gavana Miculești* referme 19,2 %, *Podeni Noi* 18 %, *Jugureni* 14,5 % de manganèse soluble dans l'acide acétique.

Les zones les plus riches en manganèse sont dans le sous-sol, qui s'étend jusqu'à une assez grande profondeur. Cette circonstance est importante, car les régions où le sol de forêt domine sont très boisées. Les racines des arbres y atteignent souvent une profondeur de 2m.50. Elles traversent donc tout le sous-sol et rencontrent les couches riches en manganèse.

Tous les échantillons ont présenté, avec une remarquable persistance, des points de concentration en manganèse dans les horizons riches en carbonate de calcium. Ce fait n'est pas rare. On remarque souvent dans les marbres des taches brunes de manganèse.

On donne en général de cette coexistence l'explication suivante: A l'intérieur de la terre, les eaux chargées de gaz carbonique sous des pressions élevées ont dissous le calcium, le magnésium, le fer, le manganèse à l'état de bicarbonates et les ont entraînés dans leur mouvement. A un certain moment l'action dissolvante des eaux a di-

minué. Leur arrivée à la surface de la terre ou dans des couches perméables au voisinage de la surface a été accompagnée d'une diminution de pression; le gaz carbonique s'est dégagé et les carbonates insolubles se sont précipités en grains fins de calcaire mélangés de grains des carbonates qui l'accompagnent. C'est ainsi que sont formées les concrétions blanches des cavités par exemple. Les eaux ont encore pu perdre du gaz carbonique par l'action d'algues ou de bactéries. Le calcaire s'est alors déposé sous forme de tufs ou de travertins.

Il se peut également que les eaux chargées de sels solubles de fer et de manganèse contiennent des sels calcaires. Ces eaux abandonnent alors à la fois des oxydes métalliques et du calcaire. C'est l'explication admise pour l'origine du gisement de Giessen.

Les carbonates de fer et de manganèse s'oxydent ultérieurement par l'action de l'air ou des bactéries, ce qui donne naissance aux concrétions ferro-manganésifères. Ces concrétions peuvent se trouver encore dans les horizons riches en calcaire. Mais pour certains terrains, le sol très perméable a été décalcifié par l'action des eaux et les concrétions manganésifères restent seules; c'est ce qui arrive souvent pour le loess.

Toutes les roches-mères des échantillons que nous avons traités contiennent du manganèse. Il nous a paru intéressant de classer à la fin de ce travail, les échantillons d'après la nature de la roche-mère :

1. Sols sur roches calcaires : Jugureni II, Baia de Aramă.

2. Sols sur marnes :

a) *Marne calcaire* : Jugureni I (Dealul Mălinului)

b) *Marne argileuse* : Mileanca, Suhărau, Luciu, Rusețu (salant), Lac-Rezi (alluvion), Ripiceni, Săveni.

3. Sols sur sables :

a) *Sables mouvants* (Dunes) : Lac-Rezi

b) *Sables alluvionnaires* : Nămolosa

c) *Sables et grès* : Mt. Ciucas

d) *Graviers et sables* : Găvana Miculesti.

4. **Sols sur loess**:

a) *Loess sableux* : Viziru, Domnița, Rusetzu, Medjidia, Movila Miresei, Albești, Ciulnița.

b) *Loess argileux* : Buftea, Segarcea, Ghimpați, Gârbovi, Sipote.

5. **Sols sur roches de transport altérées, surtout argileuses** : Ceptura, Podenii Noi.

CONCLUSION

L'analyse chimique d'un sol a pour but :

1^o d'indiquer la quantité totale et la fraction assimilable de chaque élément qu'il contient;

2^o de déterminer quelles matières il faut lui ajouter et en quelle quantité, pour obtenir, en vue d'une culture donnée, un rendement aussi élevé que possible tout en restant avantageux au point de vue économique.

La plus ou moins grande porosité du sol, son degré d'humidité, son irrigation et ses autres conditions physiques permettront de préciser sous quelle forme il convient d'introduire ces matières.

Il semble que de bonnes analyses peuvent donner tous ces renseignements et résoudre complètement le problème de l'adaptation des végétaux au sol. En fait, l'interprétation des nombres fournis par les dosages est difficile et aisément faussée. Les qualités d'un sol ne sont pas uniquement fonction de sa composition. Le climat, la température, l'abondance et la nature des organismes que y vivent exercent sur les plantes une influence considérable, et qui varie d'une culture à l'autre.

C'est pourquoi nos analyses, quoique représentant avec assez de netteté la répartition du manganèse dans les sols de Roumanie, ne nous permettent d'établir encore aucun rapport précis entre la teneur en manganèse d'une part, les productions et la fertilité du sol d'autre part.

Essayons d'envisager à ce point de vue les deux espèces les plus répandues : les sols de forêts et les tchernoziomes.

Nous avons vu que les sols de forêts renferment, surtout

dans l'horizon de transition, de grandes quantités de manganèse, dont une forte proportion est aisément assimilable (environ 20%).— En général ces terrains ne sont pas cultivés, mais boisés. Les racines des arbres atteignent les couches riches en manganèse et peuvent assimiler cet élément.

Les tchernoziomes, fertiles et cultivés, sont plus pauvres en manganèse que les précédents. Si on se rapporte à la classification que nous avons donnée (pag. 41) on remarque que les sols *Garbovi* et *Ripiceni*, qui ont la plus grande quantité de manganèse totale, ont la plus faible proportion de manganèse assimilable : 6% et 10%. Or ces terrains sont très cultivés, produisent des légumineuses, des betteraves et des céréales.

Au contraire le sol *Movila Miresei*, qui renferme la plus petite quantité de manganèse total, a la plus forte proportion de manganèse assimilable : 26%. Ce terrain est un sol salant absolument inculte.

On peut rapprocher de ces exemples le fait que le sol de forêt *Jugureni*, très riche en manganèse mais cultivé, ne renferme que 14,5% de manganèse assimilable, et qu'un échantillon du même sol, pris dans une portion inculte (*Jugureni II*) renferme 32% de manganèse assimilable.

Il est peut-être trop hardi d'affirmer que dans les sols fertiles et cultivés le manganèse a été enlevé par la culture. Cependant ce dernier exemple semble ici le prouver, au moins pour ce cas particulier.

Les remarquables travaux de *Gab. Bertrand* et de ses collaborateurs ont établi d'une manière frappante, ainsi que nous l'avons rappelé à la fin de l'introduction, l'influence du manganèse sur l'adaptation au sol de certaines espèces végétales. Il serait intéressant de rechercher cette influence, dans chaque cas particulier, pour les sols qui nous occupent, et de voir si réellement les cultures qu'on y fait les débarrassent peu à peu de leur manganèse.

L'analyse chimique ne peut donner sur ce point que des suggestions. Elle doit s'aider de l'expérience, qui, seule, fournit des conclusions formelles. Il faudrait pour chaque variété de sol instituer de vastes champs d'expérience et y étudier les diverses productions au point de vue de leurs besoins en manganèse.

On serait ainsi conduit à rechercher les moyens d'améliorer les rendements; on déterminerait la quantité du manganèse à ajouter, sous la forme convenable à un sol qui s'épuise, pour maintenir et activer sa fertilité.

Cette étude particulière sur les sols de Roumanie nous montre ce fait, qui nous paraît d'ores et déjà un fait général, que le manganèse se trouve universellement répandu dans tous les sols aussi bien sous forme directement assimilable par les végétaux que sous les formes banales plus résistantes communément signalées jusqu'ici. Ce manganèse se trouve d'ailleurs diversément réparti en profondeur suivant les terrains, mais il s'y trouve toujours. C'est là un point d'une certaine importance.

Mais le manganèse n'est pas le seul élément catalytique qui intervienne dans l'agriculture. C'est celui dont le rôle biologique est actuellement le mieux étudié et avec lequel ont été faites le plus d'expériences systématiques. Il ne faut cependant pas négliger les autres éléments du même groupe: bore, zinc, fer etc. qui, avec les éléments plastiques, constituent le milieu nutritif du sol. Notre étude ne prendra toute sa valeur pour la Roumanie que le jour où une série d'autres études analogues auront été faites sur chacun de ces éléments tant au point de vue agrogéologique que biochimique.

Cette série d'études, il y a un intérêt scientifique manifeste à ce que d'autres travailleurs la poursuivent chez nous et dans d'autres pays. Avec une certaine unité de méthode on est en droit d'espérer que leurs résultats fourniront une base expérimentale sérieuse aux géologues, aux chimistes, aux agronomes, aux biologistes pour la solution des nombreux problèmes qui se posent dans certains domaines. Il n'est pas excessif de penser que les économistes mêmes y puiseront des documents précieux.

Toutes ces études formeront par leur ensemble une oeuvre importante à laquelle nous serions heureuse d'avoir contribué.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
INTRODUCTION	7
I. <i>Les éléments minéraux de la matière vivante</i>	7
II. <i>Le manganèse dans la nature</i>	13
A. Caractères essentiels des composés chimiques du manganèse	13
B. Le manganèse dans le monde minéral	14
C. Le manganèse dans le monde vivant: Etude statique	17
D. Le manganèse et la dynamique biologique	19
III. <i>Le manganèse comme engrais catalytique</i>	21
PREMIERE PARTIE: Le manganèse dans les sols de Roumanie	27
Chapitre I: <i>Les sols roumains</i>	27
I. — Définition et caractères du sol	27
II. — Classification par zones	28
III. — Composition chimique des sols roumains	32
Chapitre II: <i>Le manganèse en Roumanie</i>	33
I. — Minerais manganésifères	33
II. — Le manganèse dans les eaux	35
III. — Le manganèse dans les roches	36
IV. — Le manganèse dans les sols	36
DEUXIEME PARTIE: Recherches personnelles	39
Chapitre I: <i>Prélèvement des échantillons</i>	39
I. — Choix des échantillons	39
II. — Prélèvement des échantillons	40
III. — Préparation des échantillons	42
IV. — Analyse physico-chimique	43
Chapitre II: <i>Dosage du manganèse dans les sols</i>	44
I. — Méthode d'analyse employée	44
A. Essais préliminaires	44
B. Méthode colorimétrique basée sur l'emploi du persulfate de potassium	45
C. Manière dont les analyses ont été conduites	46
II. — Résultats des analyses en 28 tableaux	49
Observations et commentaires des résultats analytiques qui précèdent	77
I. — Sols de steppes sèches	77
II. — Alluvions	78
III. — Tchernozziomes	79
IV. — Sols de forêts	81
CONCLUSION	85
Carte, Tableaux et Graphiques hors texte.	

2^E THÈSE

PROPOSITION DONNÉE PAR LA FACULTÉ

POLYMORPHISME DES HYDRATES CRISTALLISÉS

Vu et approuvé

Paris, le 28 Mai 1914

Le Doyen de la Faculté des Sciences

PAUL APPELL

Vu et Permis d'Imprimer

Le Vice-Recteur

de l'Académie de Paris

L. LIARD

ESQUISSE CLIMATOLOGIQUE
d'après les données de
L'OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE

PAR
Dr. G. MURGOCI

LÉGENDE:

Precipit. annuelles	Isothermes (pas réduites)
	Température en gr. C.
300-400 m. m.	Minim. de l'humidité relative
400-500 " "	Mai-Avril } 2 minim.
500-600 " "	Juil-Aug. } un plus
600-700 " "	prononce
700-900 " "	Minim de l'humidité coin-
Au dessus 900 m.	cide avec celui des précipit.
	Direction du vent
	dominant

INSTITUTUL GEOLOGIC AL ROMÂNIEI
ESQUISSE AGROGEOLOGIQUE DE LA ROUMANIE
SUR LA CONCEPTION DES SOLS ZONAIRE
par Dr. G. MURGOCI
Chef de la section
EM. PROTOPOESCO-PAKE et P. ENCULESCO
Géologues assistants

LÉGENDE:

Sol brun clair argilo-sablon. de la steppe sèche
Sol châtain argilo-sablon. de la steppe sèche
Tchern. coul. chocolat de la steppe à forêt.
Tchernozème ordinaire max. 8% d'humus
Tchernozème dégradé. sol brun
Sol châtain sablonneux (dunes anciennes)
Sol forestier brun-rougeâtre (forêt de chêne)
Podzole (forêt de hêtre)
Sols forestiers et la roche mère squelette
Terra rossa
Sol tourbeux, tourbe
Sols alcalins, sol salant et lacs sales
Alluvion moderne
Sable. Dunes maritimes et continentales
Sol de marais
Limite de la forêt dans la steppe
Limite sud-ouest de l'hêtre
Maraicages (Baltes du Danube). Plaur
Cult. du tabac Région de Vignobles
Limite O. de la région à bon blé



Analyse physico-chimique. (Méthode Schloesing).

No. courant	NATURE DU SOL		LOCALITÉ	Eléments des analyses % gr.			
				Sable	Calcaire	Argile	Mat. noire
1	Sols de steppes seches.	Sol brun clair	Lac Rézi	91.13	0.06	5.76	1.60
2			Megidia	65.31	1.38	28.68	2.18
3		Sols chatains	Ruşeţu	74.00	0.67	18.38	4.00
4			Domniţa	77.35	0.73	15.00	4.00
5			Viziru	42.30	1.42	49.81	2.70
6			Giulniţa	65.97	2.90	20.49	4.17
7	Sols de steppes.	Tchernoziomes véritables	Mileanca	70.15	1.07	20.12	5.05
8			Săveni	62.00	1.10	25.84	7.41
9			Ripiceni	49.90	1.91	38.78	9.18
10		Tchernoziomes chocolats	Ghimpaţi	59.21	1.74	33.00	4.13
11			Gârbovi	65.84	0.84	23.74	8.50
12			Albeşti	65.00	1.12	26.86	6.10
13			Şipote	62.52	2.17	24.96	9.11
14		Tchernoziome dégradé	Ceptura	55.05	1.13	39.56	3.02
15	Sols de forêts	Sols brun-rougeâtre	Buftea	60.28	0.89	28.12	4.59
16			Segarcea	60.68	1.19	32.48	3.00
17			Găvana-Micul.	89.81	0.14	9.00	0.50
18		Podzols	Podeni-Noi	78.00	0.34	13.13	1.50
19			Suhărau	83.74	0.19	12.60	1.00
20		Terra rossa	Baia de aramă	74.50	0.22	22.77	0.70
21		Tourbière	Mt. Ciucas	92.00	0.03	2.6	4.10
22		Alluvions	Nămoloasa	61.30	4.30	28.38	2.78
23			Luciu	68.40	2.04	19.21	0.40
24			Ruşeţu	40.00	2.74	51.00	2.10
25			Lac-Rezi	49.50	1.55	41.88	8.43
26		Salants	Ruşeţu	40.00	2.74	51.00	2.10
26			Movila-Miresei	65.67	0.17	24.87	4.00
27		Rendzines	Jugureni I	39.80	4.20	51.61	2.50
28			Jugureni II	54.15	3.60	21.56	15.00

Analyses executées sur la terre fine.

DÉNOMINATION		ALLUVIONS				SOLS DE STEPPES SECHES							VARIÉTÉS DE TCHERNOZIOMES							SOL DE FORÊT														
Nature du sol		Alluvions sableuses de rivière (Siret)		Sol sur alluvions marneuses (Danube)		Sol brun-clair			Sol chatain				Tchernoziome noir proprement dit			Tchernoziome chocolat				Sol brun rougeâtre														
Horizon		Sol		Sous-sol		Sol		Sous-sol		Horizon C.		Sol		Sous-sol		Horizon C.		Sol		Sous sol		Horizon C.		Sol		Sous-sol								
Profondeur cm.		0—20	45—52	53—60	0—18	18—25	25—32	33—50	0—15	15—30	100—125	130—150	200—217	0—15	15—30	75—100	100—125	175—200	0—25	25—90	90—100	0—12	12—25	25—35	35—48	80—93	200—260	260—275	0—15	15—30	215—225	225—240		
Teneur en Manganèse % gr.	Soluble dans ac. acétique a	0,0322		0,0546		0,0505		0,0507		0,0284		0,0100		0,0127		0,0302		0,0129		0,0183		0,0203		0,0455		0,0135		0,0142		0,0040		0,0269		0,0038
			0,0512			0,0594		0,0408		0,0151		0,0193		0,0117		0,0482		0,0394		0,0133		0,0203		0,0203		0,0239		0,0067		0,0302		0,0278		
	Soluble dans ac. chlorhydrique b	0,1014		0,0572		0,0151		0,0331		0,0642		0,0516		0,0566		0,0867		0,0558		0,1052		0,0570		0,1193		0,0060		0,0572		0,0847		0,1200		
			0,0674			0,0440		0,0194		0,0289		0,0586		0,0470		0,0767		0,0461		0,1022		0,0437		0,0753		0,0693		0,0495		0,0725		0,0673		
T O T A L		0,1336		0,1118		0,0656		0,0838		0,0926		0,0616		0,0793		0,1169		0,0687		0,1235		0,1025		0,1328		0,0202		0,0612		0,1116		0,1238		
a+b			0,1186			0,1034		0,0562		0,0440		0,0779		0,0587		0,0949		0,0855		0,1155		0,0640		0,0956		0,0932		0,0662		0,1027		0,0951		
Rapport $\frac{a}{a+b}$		24,10		49,01		76,82		60,50		30,66		16,23		16,26		25,83		18,77		14,81		44,39		10,17		70,29		65,35		24,10		30,69		
			43,08			57,44		76,15		34,31		24,77		19,93		19,17		46,07		11,52		31,71		21,23		25,64		10,12		29,40		29,23		
Roche mère		Alluvions sableuses		Marne alluvionnaire		Loess			Loess				Marne		Loess				Loess															
Localité		Nămoloasa		Luciu		Medgidia			Viziru				Mileanca		Ghimpați				Buftea															

I. Sols de steppe sèche

NATURE DU SOL		SOL BRUN CLAIR						S O L S C H A T A I N S																																							
No. D'ordre		1						2								3								4								5										6					
Profondeur cm.		0—15	15—30	30—45	45—60	60—80	80—1m	0—15	15—30	30—50	50—70	70—100	100—120	120—140	140—160	160—180	180—2m	0—15	15—30	30—50	50—70	70—1m	1—130	130—160	160—2m	0—15	15—30	30—50	50—70	70—1m.	1m.—125	125—150	150—2m	0—15	15—30	30—50	50—70	70—90	90—1m	1—130	130—150	150—170	170—2m	0—25	25—50	50—75	75—1m
Teneur en Manganèse % gr.	Soluble dans ac. acétique. a	0,0546		0,0295		0,0347		0,0213		0,0262		0,0399		0,0197		0,0105		0,0422		0,0270		0,0340		0,0179		0,0381		0,0127		0,0104		0,0322		0,0043		0,0476		0,0331		0,0486		0,0304		0,0625		0,0338	
	Soluble dans ac. chlorhydrique. b	0,0473		0,0548		0,0344		0,0736		0,0785		0,0971		0,0514		0,0917		1,0904		0,0946		0,0591		0,0625		0,0915		0,0320		0,0843		0,0654		0,1484		0,0795		0,0551		0,1455		0,0871		0,0846		0,0030	
	T O T A L a+b	0,0819		0,0843		0,0741		0,0949		0,1047		0,1370		0,0741		0,1022		0,1326		0,1216		0,0931		0,0804		0,1296		0,0647		0,0947		0,0976		0,1227		0,1271		0,0882		0,1341		0,1175		0,1481		0,0368	
	Désagrégation c	0,0944		0,0988		0,0768		0,1005		0,1029		0,1415		0,0862		0,1125		0,1765		0,1420		0,1344		0,0905		0,1642		0,1315		0,1435		0,1207		0,1609		0,1600		0,1155		0,1119		0,1187		0,1504		0,0541	
	Rapport $\frac{a}{a+b}$ $\frac{a}{c}$	66,54 57,83	40,38 47,98	34,99 29,84	32,13 31,38	46,82 45,18	53,08 43,60	22,44 21,19	24,14 22,80	25,03 25,46	35,68 28,07	29,12 28,49	14,72 9,35	27,70 22,85	40,32 38,13	10,27 9,33	14,46 9,70	31,82 23,96	49,52 37,51	22,20 12,00	18,60 14,22	36,51 25,37	47,40 43,35	22,26 19,75	33,87 24,28	29,39 23,20	45,45 39,20	19,62 9,65	28,58 23,74	10,98 7,15	26,32 20,92	32,99 26,67	35,57 37,71	3,50 2,67	18,74 15,92	37,45 29,75	12,33 11,61	37,52 28,65	37,60 33,78	13,87 16,62	23,25 29,01	25,37 25,44	20,67 15,44	42,86 42,22	49,54 39,72	91,84 6,24	31,63 20,21
Roche-mère		Sable						Loess								Loess (sablonneux)								Loess (sablonneux)								Loess										Loess					
Localité		Lac-Rézi						Medgidia								Rușetu								Domnitza								Viziru										Ciulnița					

II. Alluvions.

NATURE DU SOL		ALLUVIONS			ALLUVIONS			SOL ALCALIN SUR ALLUVIONS ARGILEUSES						
No. d'ordre		1			2			3						
Profondeur em.		0—20	45—52	53—60	0—18	18—25	25—38	38—50	0—15	15—30	30—50	150—1m.	100—150	150—2m
Teneur en Manganèse % gr.	Soluble dans ac. acétique a.	0.0699	0.0568	0.0590	0.0308	0.0548	0.0502	0.0577	0.0404	0.0288	0.0298	0.0415	0.0412	
	Soluble dans ac. chlorhydrique b.	0.1065	0.0909	0.0687	0.0901	0.0655	0.0402	0.0695	0.1030	0.1153	0.1499	0.0831	0.1021	
	T O T A L	0.1764	0.1477	0.1277	0.1509	0.1203	0.0904	0.1272	0.1434	0.1441	0.1797	0.1246	0.1433	
	a+b	0.1764	0.1477	0.1277	0.1509	0.1203	0.0904	0.1272	0.1434	0.1441	0.1797	0.1246	0.1433	
	Désagrégation c.	0.2028	0.1580	0.1355	0.1612	0.1317	0.1225	0.1541	0.1835	0.1599	0.1857	0.1661	0.1978	
	Rapport	57.13	38.52	40.09	40.29	44.72	55.53	45.36	28.17	44.53	49.98	46.58	33.30	28.67
		52.51	35.91	42.80	36.41	41.65	40.89	37.44	22.01	45.24	49.06	46.04	24.91	20.82
Roche Mère		Sable (alluvionnaire)			Marne			Marne (alluvionnaire)						
Localité		Nămoloasa			Luciu			Lac-Rézi						

III. Tchernozziomes.

NATURE DU SOL		TCHERNOZIOME PROPREMENT DIT										TCHERNOZIOME CHOCOLAT										S A L A N T S									
No. d'ordre		1										2										3					4				
Profondeur cm.		0—15	15—30	30—50	50—70	70—1m.	100—120	120—140	140—170	170—2m.	0—15	15—30	30—45	45—60	60—80	80—1m.	100—120	120—140	140—170	170—2m.	0—15	15—30	30—50	50—70	70—1m.	0—15	15—30	30—50	50—70	70—1m.	
Teneur en Manganèse % gr.	Soluble dans ac. acétique a.	0,0444		0,0390		0,0319		0,0285		0,0559	0,0646		0,0312		0,0159		0,0243		0,0388			0,0335		0,0667		0,0450		0,0364		0,0350	
			0,308		0,0349		0,0374		0,0620			0,0405		0,0296		0,0133		0,0429		0,0505	0,0383		0,0304		0,0405		0,0326		0,0479		
	Soluble dans ac. chlorhydrique b.	0,0889		0,1446		0,1122		0,0789		0,1160	0,0852		0,0918		0,0715		0,0728		0,0531			0,0551		0,1197		0,0997		0,1211		0,0610	
			0,0670		0,0525		0,0843		0,1059			0,0851		0,0914		0,0597		0,0894		0,1050	0,0780		0,0652		0,1159		0,0714		0,0479		
	T O T A L a + b	0,1332		0,1536		0,1441		0,1074		0,1725	0,1498		0,1230		0,0374		0,0971		0,0920			0,0886		0,1864		0,1450		0,1575		0,0960	
			0,0978		0,0874		0,1187		0,1661			0,1257		0,1210		0,0730		0,1323		0,1553	0,1163		0,0953		0,1564		0,1040		0,0958		
Désagrégation c.		0,1396		0,1561		0,1741		0,1507		0,1861	0,1620		0,1299		0,1142		0,1257		0,1209			0,1031		0,2070		0,1777		0,1893		0,1162	
			0,1027		0,1769		0,1412		0,2072			0,1278		0,1533		0,1137		0,1331		0,1611	0,1631		0,1039		0,2097		0,1642		0,1099		
Rapport	$\frac{a}{a+b}$	33,33	30,47	25,44	41,07	22,12	31,50	26,53	37,32	32,40	43,12	32,24	25,76	24,64	18,19	18,21	25,02	32,42	42,17	32,47	32,92	37,81	31,58	35,78	25,25	31,45	31,34	23,11	50,00	36,45	
	$\frac{a}{c}$	31,80	29,99	24,98	20,32	12,57	26,31	18,91	24,61	30,03	39,87	31,69	20,93	19,30	13,04	11,69	19,33	32,23	32,09	31,34	23,48	30,98	27,64	32,26	19,31	25,66	19,85	19,22	45,66	30,12	
Roche-Mère		Marne sarmatique.										Loess.										Loess (altéré).					Loess.				
Localité		Mileanca										Ghimpați.										Rușețu					Movila Miresei				

IV. Sols de forêts.

NATURE DU SOL		TCHERNOZIOME DEGRADÉ								SOL BRUN-ROUGEÂTRE																				P O D Z O L																									
No. d'ordre		1								2												3								4						5						6													
Profondeur cm.		0-15	15-30	30-50	50-70	70-1m	1-130	130-160	160-2m	200-230	230-260	260-3m	0-15	15-30	30-50	50-70	70-1m	1m-130	130-160	160-2m	2m-250	250-3m	0-15	15-30	30-50	50-75	80-1m	1m-2m	0-25	25-45	45-70	70-100	100-140	140-	0-15	15-30	30-50	50-70	70-1m	1m-130	130-160	160-2m	2m-230	230-260	260-3m										
Teneur en Manganèse % gr.	Soluble dans ac. acétique a	0,0485		0,0375		0,0190		0,0176		0,0494		0,0308		0,0548		0,0380		0,0321		0,0445		0,0306		0,0194		0,0243		0,0095		0,0257		0,0176		0,0106		0,0128		0,0450		0,0140		0,0195		0,0910		0,0204		0,0189		0,0464		0,0562			
			0,0486		0,0259		0,0085		0,0112		0,0272		0,0443		0,0181		0,0250		0,0216		0,0707		0,0310		0,0271		0,0162		0,0241		0,0307		0,0110		0,0126		0,0193		0,0127		0,0182		0,0956		0,0460		0,0252		0,0300		0,0918		0,0460		
	Soluble dans ac. chlorhydrique b	0,0742		0,0877		0,0665		0,0699		0,0911		0,0923		0,0703		0,1026		0,0685		0,0545		0,0873		0,0873		0,0730		0,0955		0,1026		0,1186		0,0864		0,1016		0,1871		0,0705		0,0975		0,0921		0,0725		0,0764		0,0566		0,0461			
			0,0822		0,1136		0,0864		0,0721		0,0843		0,1268		0,1272		0,1127		0,0971		0,0707		0,0723		0,1084		0,0973		0,0723		0,0634		0,0780		0,1271		0,1539		0,0765		0,1122		0,0729		0,0930		0,0680		0,0480		0,0302		0,0460		
	T O T A L a+b	0,1227		0,1252		0,0855		0,0875		0,1405		0,1231		0,1251		0,1406		0,1006		0,0930		0,1179		0,1067		0,0973		0,1040		0,1233		0,1362		0,0970		0,1144		0,2321		0,0845		0,1170		0,1831		0,0929		0,0953		0,1030		0,1023			
		0,1308		0,1395		0,0949		0,0833		0,1115		0,1711		0,1453		0,1377		0,1187		0,1414		0,1033		0,1355		0,1135		0,0964		0,0934		0,0890		0,1397		0,1632		0,0892		0,1234		0,1685		0,1390		0,0932		0,0780		0,1220		0,0920			
	Désagrégation c	0,1242		0,1637		0,1261		0,1129		0,1665		0,1856		0,1714		0,1992		0,1461		0,1542		0,1208		0,1760		0,1459		0,1734		0,1397		0,1463		0,1102		0,1277		0,2334		0,0922		0,1560		0,2479		0,1008		0,1833		0,1207		0,1327			
			0,1325		0,1657		0,1256		0,1091		0,1936		0,1961		0,1329		0,1511		0,1258		0,1442		0,1556		0,1470		0,1227		0,1224		0,1122		0,1201		0,1538		0,2070		0,1090		0,1346		0,1968		0,1710		0,1459		0,1254		0,2267		0,1756		
Rapport	$\frac{a}{a+b}$	39,51	37,15	29,95	18,42	22,22	89,54	20,11	13,44	35,16	24,39	25,02	25,89	43,80	12,38	27,02	18,45	31,90	18,09	44,62	50,00	25,95	30,00	18,18	20,00	24,97	14,27	9,13	25,00	20,03	32,86	12,92	12,34	10,92	9,01	11,17	11,82	19,38	14,23	16,56	14,74	16,66	56,67	49,68	33,09	22,17	27,03	19,83	28,71	45,04	75,24	54,93	50,00		
	$\frac{a}{c}$	39,04	36,71	22,29	15,63	15,05	67,67	15,90	10,26	29,66	14,04	16,05	22,02	31,97	12,62	19,04	16,54	21,97	17,17	26,91	49,02	25,33	19,92	11,02	18,43	16,65	13,20	5,47	19,68	18,39	26,38	12,03	9,15	9,52	8,19	10,02	9,32	19,28	19,65	15,18	13,52	12,50	48,58	36,70	26,90	20,23	17,27	10,31	23,83	38,50	40,44	42,35	26,19		
Roche-mère		Loess								Loess												Loess								Gravier						Marne						Marne													
Localité		Ceptura								Buftea												Segarcea								Găvana-Miculești						Podenii-Noi						Suhărâu													

TABLEAU I. SOLS DE STEPPE SECHE



TABLEAU II. TCHERNOZIOMES

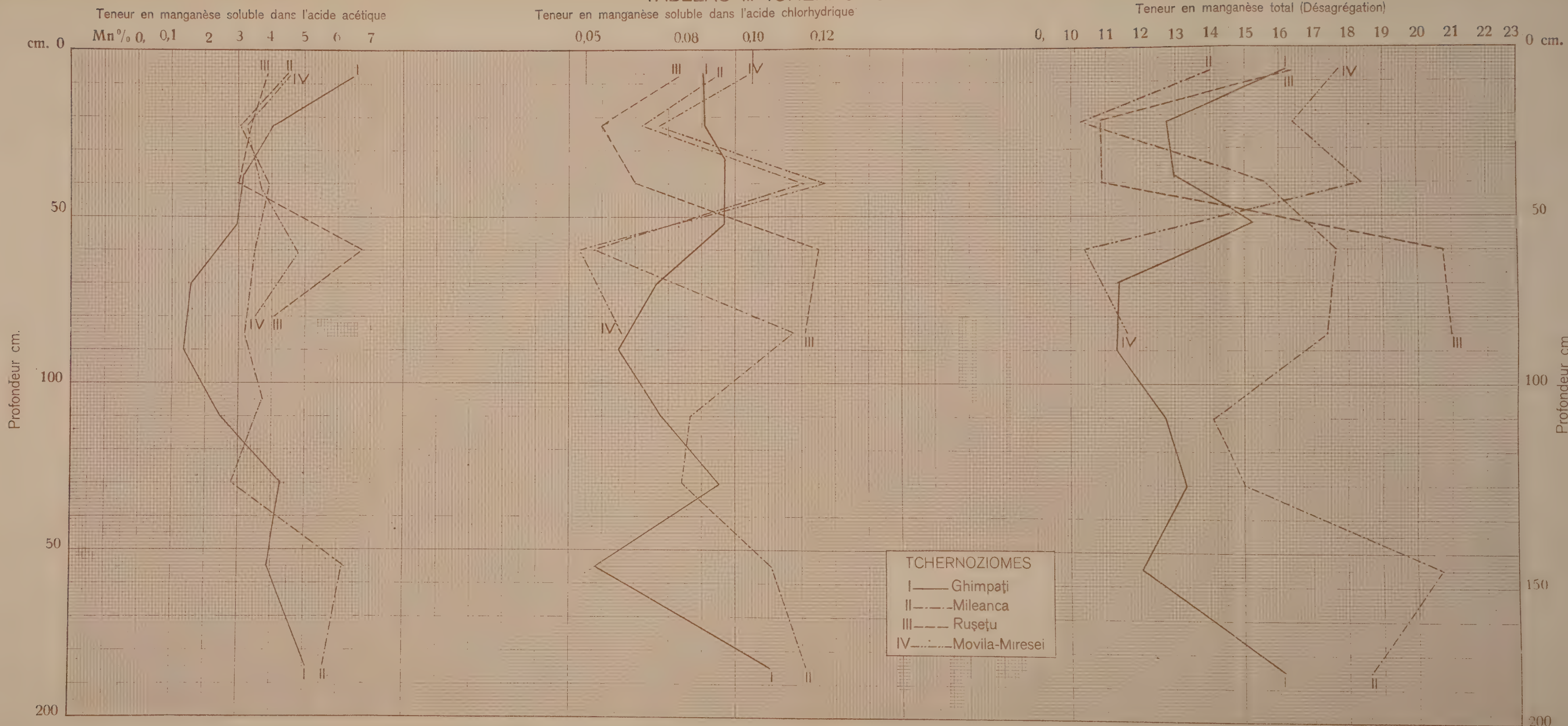


TABLEAU III. ALLUVIONS

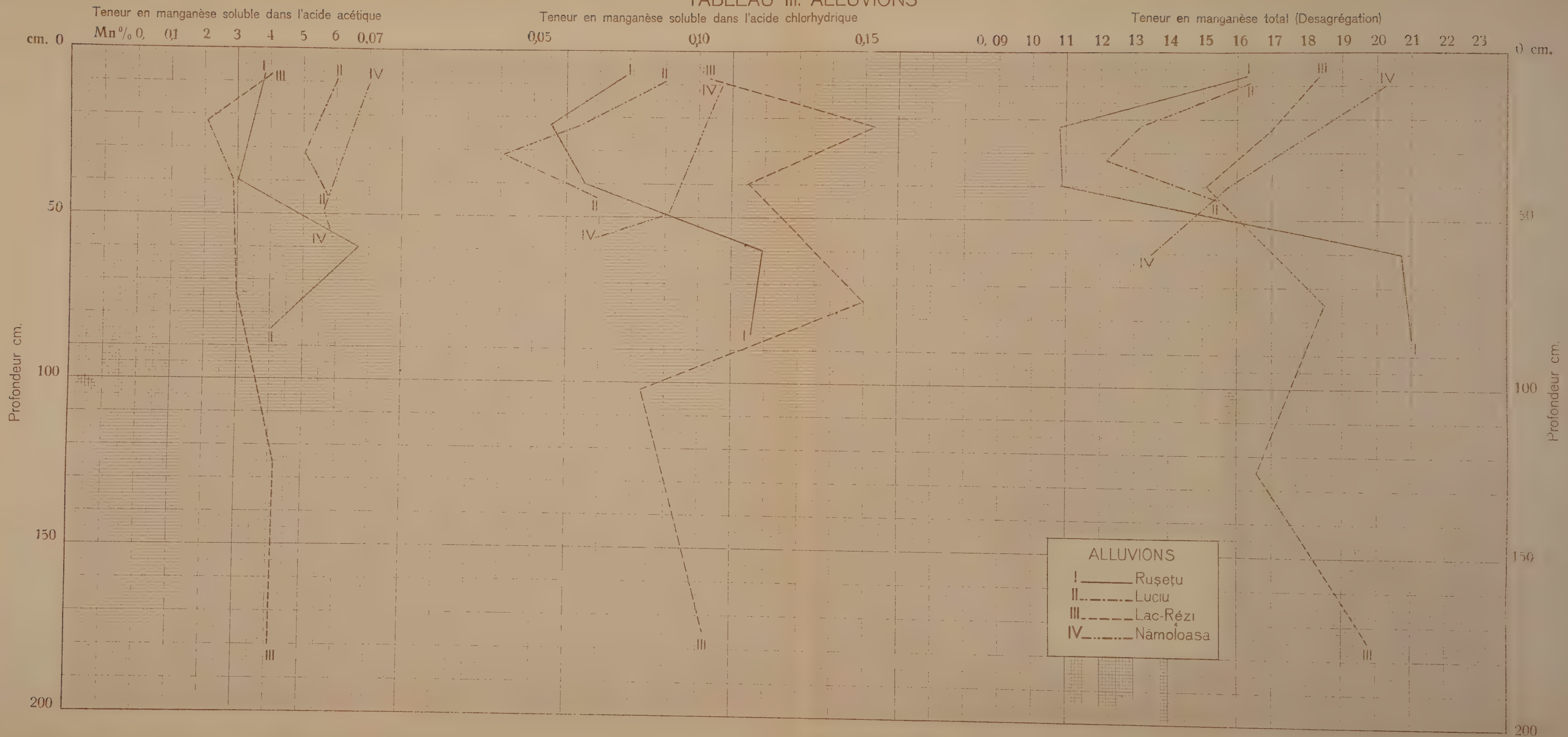


TABLEAU IV. SOLS DE FORET

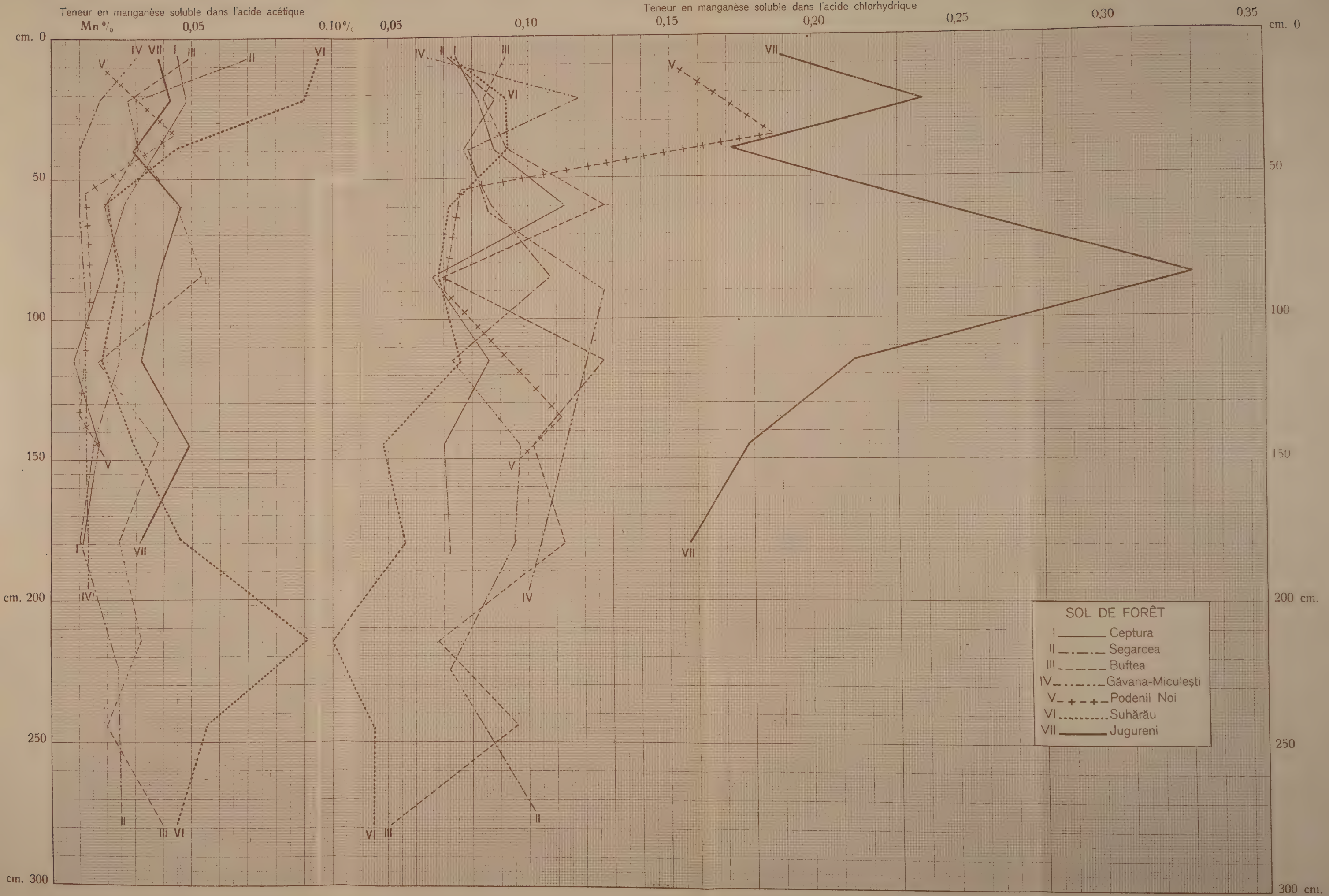


TABLEAU V. SOLS DE FORET

Teneur en manganèse total (Désagrégation)

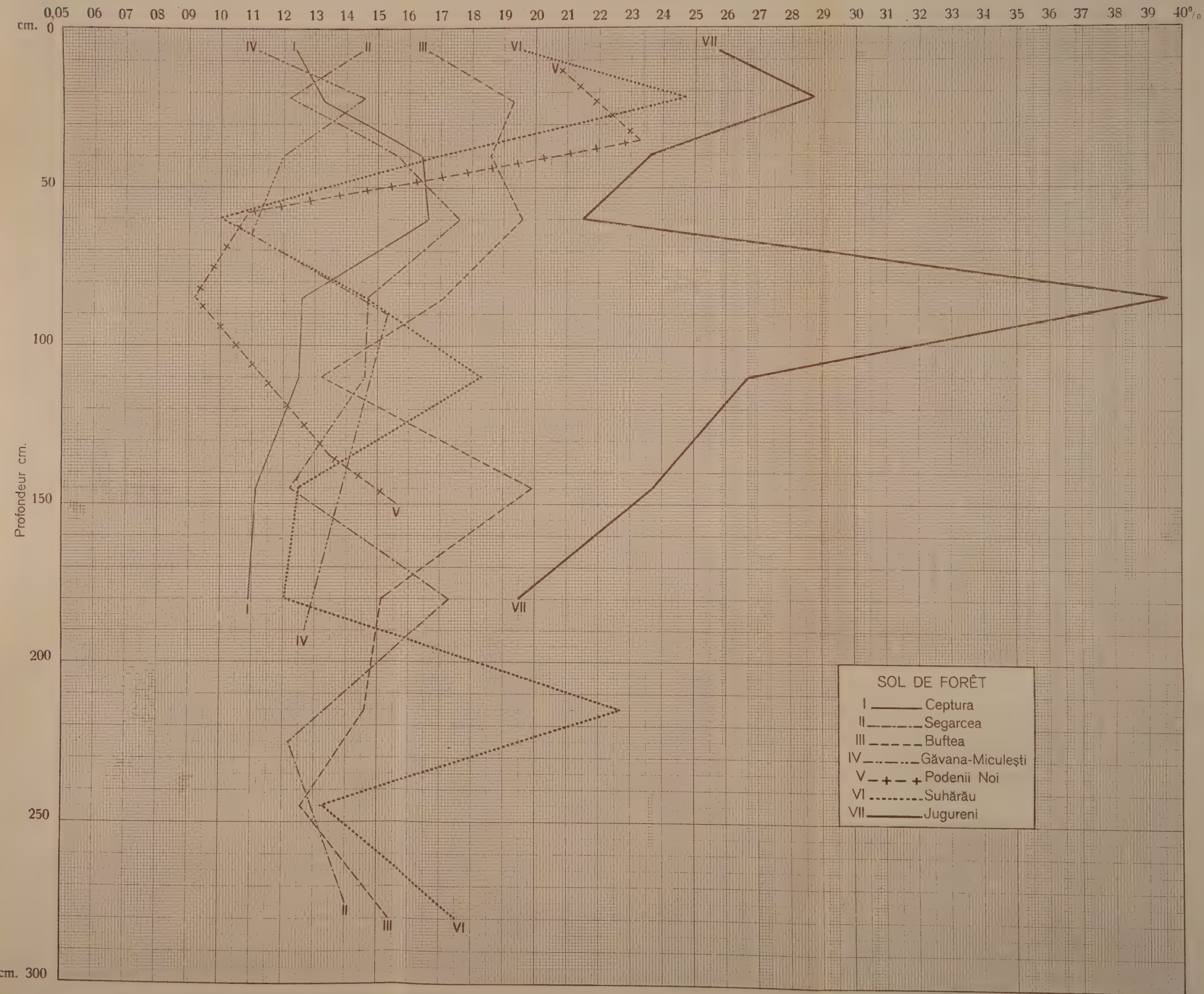
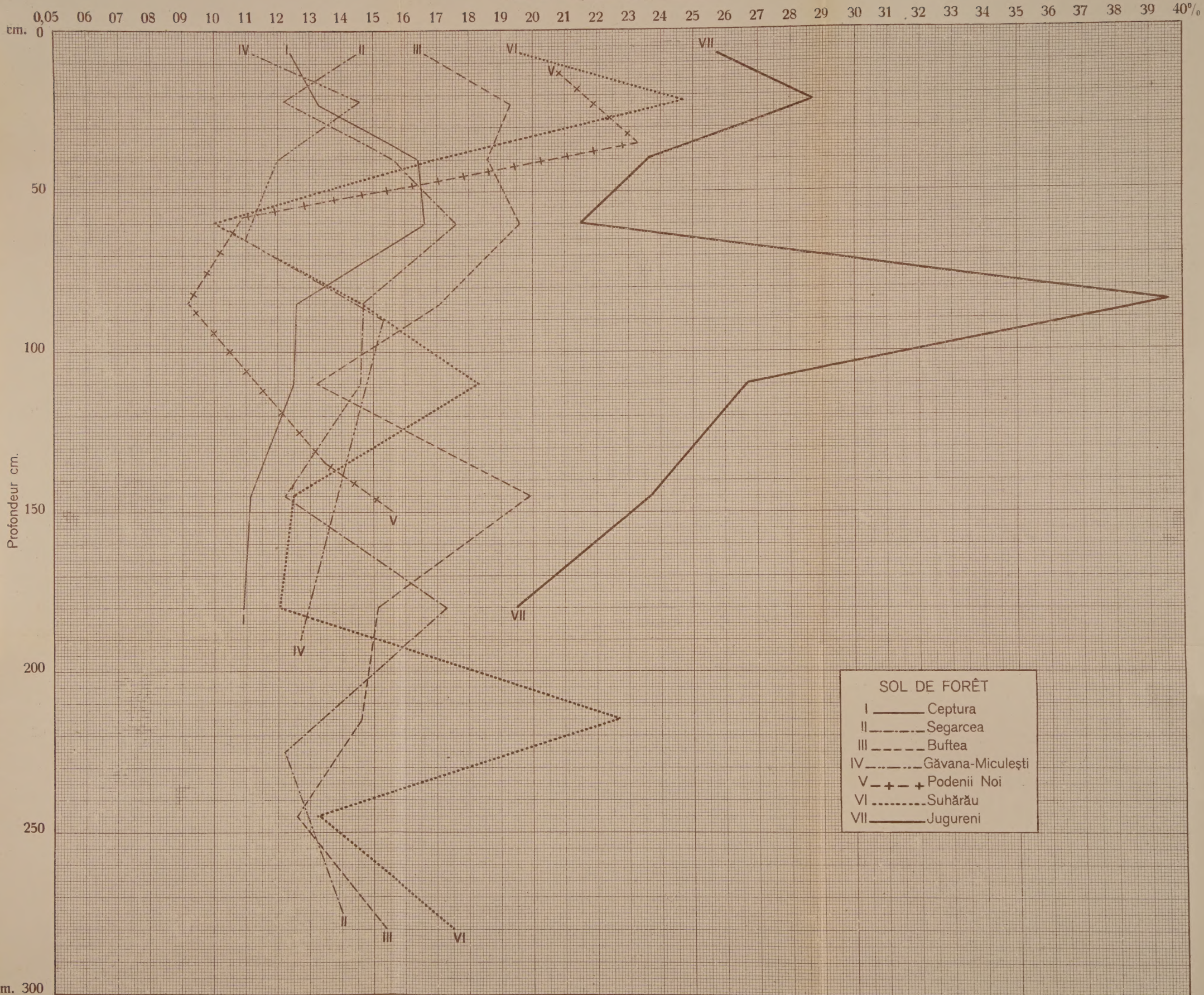


TABLEAU V. SOLS DE FORET

Teneur en manganèse total (Désagrégation)



(constitutifs) et les éléments
catalytiques.

76 2 4 : 0,2135 au lieu
de 0,3135

colonne 15, b lire : 0,0666
au lieu de 0,0566

30, c : 0,1049 0,1099

" " " " " " $50, \frac{a}{a+b}$ " : 38,71 " " " 28,71

